Environment Canada
Environmental Protection Service

Environnement Canada
Service de la protection de l'environnement

Air Pollution Emissions and Control: Light Duty Vehicles

Environment Canada
Environnement Canada

28271286F VOL 1986 A 340800
EVS # 001
REPORT EPS 2/TS
OOFF

Report EPS 2/TS/4
August 1984

Canada

1885 1985

-0741/

National Parks Centennial

1885

1985

Centenaire des parcs nationaux

1885 – 1985:
100 years of Heritage Conservation

Canada's first national park was established in 1885 at Banff, Alberta. Today there are national parks and national historic parks in every province and territory. The National Parks Centennial is an occasion to renew our commitment to preserve examples of our heritage unimpaired for the benefit of all Canadians.

AIR POLLUTION EMISSIONS AND CONTROL:

LIGHT DUTY VEHICLES

Environmental Protection Service
Environment Canada

Report EPS 2/TS/4
July 1984

Comments

Any comments regarding the contents of this report should be directed to:

Mr. V. Shantora
Industrial Programs Branch
Environmental Protection Service
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 1C8

© Minister of Supply and Services Canada 1984
Cat. No. En 49/2-4 E/F
ISBN 0-662-53284-8
BEAUREGARD PRESS LIMITED

ABSTRACT

In Canada, light duty vehicles are the principal man-made emission source of oxides of nitrogen, carbon monoxide, and hydrocarbons. The contribution of these emissions both directly and indirectly - through secondary atmospheric processes - to the air pollutant burden in and around urban centres and to long range transport impacts is described, as well as the projected decrease in these emissions that would result from applying more stringent emission standards to light duty vehicles. The economic implications of more stringent standards to the purchase and operating costs of light duty vehicles are also considered.

RÉSUMÉ

Au Canada, de toutes les sources résultant de l'activité humaine, les véhicules automobiles légers sont la principale source d'oxydes d'azote, de monoxyde de carbone et d'hydrocarbures. La contribution, tant directe qu'indirecte (résultant de procédés atmosphériques secondaires), de ces émissions à la pollution atmosphérique urbaine et suburbaine et à la pollution par transport à distance est décrite dans cette publication. On y retrouve aussi des estimés de la diminution des quantités émises advenant l'application de normes d'émissions plus strictes pour les véhicules automobiles légers. Finalement, les implications économiques de ces normes plus strictes quant au coûts d'achat et d'opération des véhicules automobiles légers sont exposées.

TABLE OF CONTENTS

		Page
ABSTRACT		i
RÉSUMÉ		ii
LIST OF TABLES		v
LIST OF FIGURES		vi
1	INTRODUCTION	1
2	AIR POLLUTANT EMISSIONS	3
2.1	Emissions of NO_x, CO and HC in Canada	3
2.2	Transportation Sector	3
2.2.1	Sector Description	3
2.2.2	Historical Emissions	3
2.2.3	Projected Emissions	8
2.3	NO_x Emissions in Eastern Canada	11
3	ENVIRONMENTAL QUALITY IN CANADA	12
3.1	NO_x Emissions and Acid Precipitation	12
3.2	Air Quality	13
3.2.1	Measurement	13
3.2.2	National Ambient Air Quality Objectives	13
3.3	Current/Historical Air Quality Data	14
3.3.1	Ozone	14
3.3.2	Carbon Monoxide	19
3.3.3	Nitrogen Dioxide	20
3.3.4	Hydrocarbons	22
4	AUTOMOTIVE INDUSTRY CONSIDERATIONS	23
4.1	Emission Standards	23
4.1.1	Passenger Cars - Gasoline	23
4.1.2	Passenger Cars - Diesel	24
4.1.3	Light Duty Trucks - Gasoline	24
4.1.4	Evaporative Emissions	24
4.1.5	North American LDV Production	24
4.2	Technology and Costs to Meet Proposed Standards; Passenger Cars	25
4.2.1	Incremental Retail Price Equivalent	25
4.2.2	Average Incremental Retail Price Equivalent	25
4.2.3	Disaggregation of Retail Price Equivalent	26
4.2.4	Lead Time Considerations	27
5	REFINERY INDUSTRY CONSIDERATIONS	28

		Page
6	CONCLUSIONS	30
REFERENCES		32
APPENDIX		35

LIST OF TABLES

Table		Page
1	1980 NO_x EMISSIONS IN CANADA	4
2	1980 HC EMISSIONS IN CANADA	5
3	1980 CO EMISSIONS IN CANADA	6
4	NATIONAL EMISSIONS OF NITROGEN OXIDES, HYDROCARBONS AND CARBON MONOXIDE	7
5	EASTERN CANADA EMISSIONS OF NITROGEN OXIDES, HYDROCARBONS AND CARBON MONOXIDE	7
6	NO_x EMISSIONS IN EASTERN CANADA (1980)	11
7	NATIONAL AMBIENT AIR QUALITY OBJECTIVES FOR CARBON MONOXIDE, NITROGEN DIOXIDE, AND OZONE	15
8	ANNUAL MEAN OZONE CONCENTRATIONS: 1979-1982	16
9	PERCENTAGE OF 24-HOUR OZONE CONCENTRATIONS EXCEEDING MAXIMUM ACCEPTABLE LEVEL FOR VARIOUS CANADIAN CITIES	17
10	EXCEEDENCES PER STATION OF THE OZONE ONE-HOUR MAXIMUM ACCEPTABLE AND TOLERABLE AIR QUALITY OBJECTIVES IN SELECTED CANADIAN CITIES AND REGIONS: 1977-1982	18
11	NUMBER OF OCCURRENCES OF VARIOUS OZONE EPISODES	19
12	OZONE EPISODE DAYS BY YEAR IN SELECTED REGIONS IN CANADA: 1977-1982	20
13	ANNUAL MEAN CARBON MONOXIDE CONCENTRATIONS: 1973-1982	21
14	ANNUAL MEAN NITROGEN DIOXIDE CONCENTRATIONS: 1977-1982	22
15	VEHICLE EMISSION STANDARDS	23
16	AVERAGE INCREMENTAL RETAIL PRICE EQUIVALENT	26
17	COMPONENTS OF THE R.P.E.'s	27

LIST OF FIGURES

Figure		Page
1	NO_x HISTORICAL AND PROJECTED NATIONAL EMISSIONS	9
2	HC HISTORICAL AND PROJECTED NATIONAL EMISSIONS - TRANSPORTATION	9
3	CO HISTORICAL AND PROJECTED NATIONAL EMISSIONS - TRANSPORTATION	10
4	HOURLY MEAN CONCENTRATION OF CARBON MONOXIDE FOR ALL NAPS STATIONS (1974-1982)	21

1 INTRODUCTION

Environment Canada, in co-operation with the Department of Transport, is currently conducting an analysis of the implications of introducing more stringent emission standards in Canada for new light duty vehicles (1); light duty vehicles (LDV's) in this context refer to gasoline- and diesel-powered automobiles and light duty trucks. The present Canadian new-vehicle emissions standards have remained unchanged since 1975 and the standards under consideration are the same as those adopted by the United States in 1981 (see Section 4). The purpose of this report is to summarize information presented in other reports related to this review and to outline the background data and rationale relevant to the proposed changes.

Three primary air pollutants are present in the exhaust emissions from LDV's; these are carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC), and NO_x, where NO_x refers to the sum of nitric oxide and nitrogen dioxide. In addition, the evaporation of gasoline from a vehicle's fuel tank and carburetor also results in hydrocarbon emissions. It has been estimated (2) that, in 1980, LDV's in Canada emitted 4 719 000 tonnes of CO, 460 000 tonnes of HC, and 356 000 tonnes of NO_x, or about 45%, 23%, and 20% respectively of total Canadian man-made emissions of these pollutants.

These LDV-related pollutants are also emitted from natural sources. For example, in Canada, natural CO emissions are estimated to be 260 000 tonnes per year (3), and natural emissions of NO_x have been variously estimated to be one million (4) and 2.7 million tonnes per year (5). Using the more recent of these natural emissions estimates (4), LDV's in Canada are responsible for about 12% of total (man-made plus natural) Canadian emissions of NO_x. However, it should be noted that whereas natural NO_x and CO emissions are widely distributed across the country, man-made emissions are usually concentrated in urban areas, a situation that is reflected in the much higher ambient-air concentrations of NO_x and CO in cities (NO_x, 0.023 ppm; CO, 1.3 ppm (6)) than in clean, unpolluted rural air (NO_x, 0.001 ppm (4); CO 0.25 ppm (7)).

The hydrocarbons emitted from gasoline-powered vehicles include hydrocarbon compounds such as methane, ethane, acetylene, propylene, and benzene, as well as oxygen-containing compounds such as aldehydes, ketones, esters, acids and phenols (8). As air pollutants, CO and NO_x are known to cause adverse effects on health, vegetation, and personal comfort and well-being (9); however, the extent to which hydrocarbon emissions from LDV's cause direct environmental problems is not known. Nevertheless, they do give rise indirectly to significant adverse effects (9), through the key role that they play in the

formation of photochemical oxidants (10, 11). These oxidants are produced in the atmosphere through a series of complex, interrelated reactions between NO_x and reactive hydrocarbons* in the presence of sunlight (12). Although carbon monoxide has also been shown to take part with NO_x in similar photochemical reactions, its presence does not lead to significant oxidant formation when hydrocarbons are present (13). Secondary pollutants formed in the photochemical reactions include ozone, N-nitroso compounds, and peroxyacetylnitrate as well as nitric acid and inorganic nitrates (14). Ozone usually represents about 90% of the total oxidants, and because it can be measured more readily than other photochemical oxidants, its concentration is used as an indicator or surrogate for all oxidant compounds. As with NO_x and CO, ambient-air concentrations of ozone in, and downwind of, urban centres are higher than those in unpolluted air (15).

In general, air pollutant emissions from LDV's affect environmental quality in three ways. The emissions of NO_x contribute significantly to the acid deposition problem, while the combination of NO_x and HC emissions contribute to the formation of ozone and photochemical oxidants. Finally, the three primary pollutants (CO, NO_x, and HC) and the secondary pollutant ozone, contribute to the ambient air pollution burden in our cities.

---

* The reactivity of a particular hydrocarbon is measured by its effect on the rate of ozone formation in sunlight in the presence of NO_x and air. Highly reactive organic compounds include olefins and aldehydes whereas, for example, methane, ethane, and benzene have small or negligible reactivities.

2 AIR POLLUTANT EMISSIONS

2.1 Emissions of NO_X, CO, and HC in Canada

Estimated 1980 Canadian emissions of NO_X, HC and CO are given in Tables 1, 2 and 3(2). It may be noted from these tables that a wide variety of sources contribute to the national totals; nevertheless, for each pollutant, LDV's in the transportation sector are the largest single-source group and the discussion that follows will focus on transportation and LDV'S.

2.2 Transportation Sector

2.2.1 Sector Description. For present purposes, the transportation sector in Canada may be divided into two groups: light duty vehicles and 'other transportation'. This latter group consists of medium- and heavy-duty gasoline-powered trucks, heavy-duty diesel trucks, off-road mobile sources (rail, marine, and air transport) and other miscellaneous sources which use gasoline.

2.2.2 Historical Emissions. The emissions of NO_X, CO, and HC in Canada and eastern Canada between 1974 and 1980 are summarized in Tables 4 and 5. The methodology used to derive the transportation-sector emissions is given in Appendix 1.

On a national basis, between 1974 and 1980, the transportation sector accounted for about 60% of NO_X emissions, 75-85% of CO emissions, and 40-53% of the HC emissions (Table 4). For all three pollutants, LDV's were the largest emission source in the transportation sector, and their contribution to the total transportation sector emissions over this period averaged about 35% for NO_X, and 66% for CO and HC. In the other transportation group, heavy-duty diesel trucks and "off-road" diesel engines were also important contributors to the emissions of NO_X, whereas heavy-duty and medium-duty gasoline trucks were important contributors to CO and HC emissions. While NO_X emissions from LDV's remained relatively constant between 1974 and 1980, both CO and HC emissions from LDV's decreased significantly.

Between 1974 and 1980, the emissions of CO, NO_X, and HC in eastern Canada closely resembled those nationally (Table 5). As a region, however, eastern Canada contributed about two-thirds of the national emissions from LDV's and about half of the national emissions from other transportation sources for all three pollutants.

TABLE 1 1980 NO_x* EMISSIONS IN CANADA

Sector/Source	Emissions (kilotonnes)	% of Total
Power Generation		
- Ontario Hydro	101.3	5.8
- Nova Scotia Power	31.0	1.8
- New Brunswick Power	16.6	1.0
- Alberta plants	52.9	3.0
- Other	27.6	1.6
Fuel Combustion		
- Petroleum Refineries	34.9	2.0
- Natural Gas Processing	129.4	7.4
- Other Industrial		
- residual oil	50.4	2.9
- other fuels	53.6	3.1
- Commercial	36.5	2.1
- Residential (incl. fuelwood)	50.1	2.9
Transportation		
- LDV	355.7	20.4
- MDGT** HDGT HDDT	209.9	12.0
- Off-highway mobile (air, marine, rail)	180.1	10.3
- Other diesel (e.g. mining, forestry)	176.6	10.1
- Other gasoline	149.6	8.6
Other Industrial		
- Non-ferrous smelters	9.9	0.6
- Petroleum refineries	5.6	0.3
- Tar sands	24.4	1.4
- Other	23.0	1.3
Miscellaneous	23.2	1.3
TOTAL	1 742.3	

* NO_x reported as NO_2

** MDGT; medium-duty gasoline trucks,
HDGT; heavy-duty gasoline trucks,
HDDT; heavy-duty diesel trucks.

TABLE 2 1980 HC EMISSIONS IN CANADA

Sector/Source	Emissions (kilotonnes)	% of Total
Industrial Processes		
- Petroleum refining	134.0	6.8
- Petrochemicals	211.4	10.7
- Other	226.8	11.5
Power Generation	5.8	0.3
Fuel Combustion		
- Natural gas processing	45.4	2.3
- Other	15.9	0.8
Transportation		
- LDV	460.2	23.3
- MDT HDGT HDDT	140.5	7.1
- Off-highway mobile (air, marine, rail)	86.8	4.4
- Other	109.7	5.5
Miscellaneous		
- Gas/diesel marketing	235.7	11.9
- Coatings application	141.6	7.2
- Solvents use	76.7	3.9
- Other	87.9	4.4
TOTAL	1 978.4	

TABLE 3 1980 CO EMISSIONS IN CANADA

Sector/Source	Emissions (kilotonnes)	% of Total
Industrial Processes		
- Iron & Steel (incl. coke)	269.4	2.6
- Petroleum Refining	173.6	1.7
- Aluminum Manufacturing	149.0	1.4
- Carbon Black	112.0	1.1
- Other	81.9	0.8
Power Generation	20.3	0.2
Fuel Combustion		
- Fuelwood	392.7	3.8
- Other	68.3	0.7
Transportation		
- LDV	4 719.2	45.1
- MDT HDGT HDDT	1 716.0	16.4
- Off-highway mobile (air, marine, rail)	304.3	2.9
- Other	1036.5	9.9
Miscellaneous		
- Slash Burning	1 040.6	9.9
- Other	385.1	3.7
TOTAL	10 469.4	

TABLE 4 NATIONAL EMISSIONS OF NITROGEN OXIDES, HYDROCARBONS AND CARBON MONOXIDE (kilotonnes)

	1974			1976			1978			1980		
Sources/Pollutants	NO_x	HC	CO	NO_x	HC	CO	NO_x	HC	CO	NO_x	HC	CO
LDV	334	751	7 056	355	591	6 241	374	578	6 101	356	460	4 719
Other Transportation	569	259	2 936	654	327	3 298	679	303	3 180	716	337	3 057
Stationary	618	899	1 867	703	1 006	1 742	723	1 224	2 012	670	1 181	2 693
TOTAL	1 521	1 909	11 859	1 712	1 924	11 281	1 776	2 105	11 293	1 742	1 978	10 469

TABLE 5 EASTERN CANADA* EMISSIONS OF NITROGEN OXIDES HYDROCARBONS AND CARBON MONOXIDE (kilotonnes)

	1974			1976			1978			1980		
Sources/Pollutants	NO_x	HC	CO	NO_x	HC	CO	NO_x	HC	CO	NO_x	HC	CO
LDV	230	519	4 859	240	401	4 207	247	385	4 031	234	305	3 091
Other Transportation	291	127	1 343	334	173	1 525	350	144	1 352	351	179	1 519
Stationary	385	627	1 077	399	699	1 194	414	688	1 392	361	626	1 646
TOTAL	906	1 273	7 279	973	1 273	6 926	1 011	1 217	6 775	946	1 110	6 256

* Ontario, Quebec and Atlantic Provinces

2.2.3 Projected Emissions. The projected emissions of CO, NO_x, and HC from the transportation sector until the end of the century are based on two scenarios:

- maintenance of current Canadian emissions standards for LDV's, i.e., a status quo situation; and
- adoption of 1981 U.S. emissions standards in Canada by 1987.

In calculating the status quo projections for the transportation sector, the following assumptions were made:

1) no change in current emissions standards, tampering rate, speed distribution or vehicle age distribution;
2) (vehicle population) x (vehicle miles travelled) increases at a rate of 1.5% per year for LDV's and all medium-duty and heavy-duty trucks from 1980 onwards; and
3) emissions from other transportation sources are based on a fuel usage forecast (16) prepared by the Department of Energy, Mines and Resources, and trend analysis of historical emission data developed by Environment Canada.

Figure 1 gives the projected national emissions of NO_x from LDV's, other transportation sources, and stationary sources (17) until the end of the century. Under the status quo scenario, it is expected that NO_x emissions from LDV's will remain roughly constant at the 1980 level of about 350 kt/year; similarly NO_x emissions from stationary sources are not expected to change significantly from about 700 kt/year (17). However, NO_x emissions from other transportation sources are expected to increase from 716 kt in 1980 to 1039 kt in the year 2000.

By adopting 1981 U.S. emission standards for LDV's in 1987, it is estimated that in the year 2000, NO_x emissions from LDV's will be reduced by about 45% (173 kt) from the status quo level; this will reduce the projected total national emissions of NO_x by 8% in the year 2000. This reduction would only begin then to arrest the NO_x emissions increase from the transportation sector as a whole.

Under the status quo scenario, HC emissions from the transportation sector are expected to continue to decrease from the mid-1970 levels until about 1990 and then start to increase gradually again to the year 2000 (Figure 2). Hydrocarbon emissions from LDV's follow a similar pattern, accounting for about 280 kt of the 724 kt due to transportation in the year 2000. The introduction of the U.S. standard will reduce HC emissions from LDV's by about 50% from the status quo level for the year 2000, and the total HC burden from the transportation sector by about 18% (from 724 kt to 591 kt).

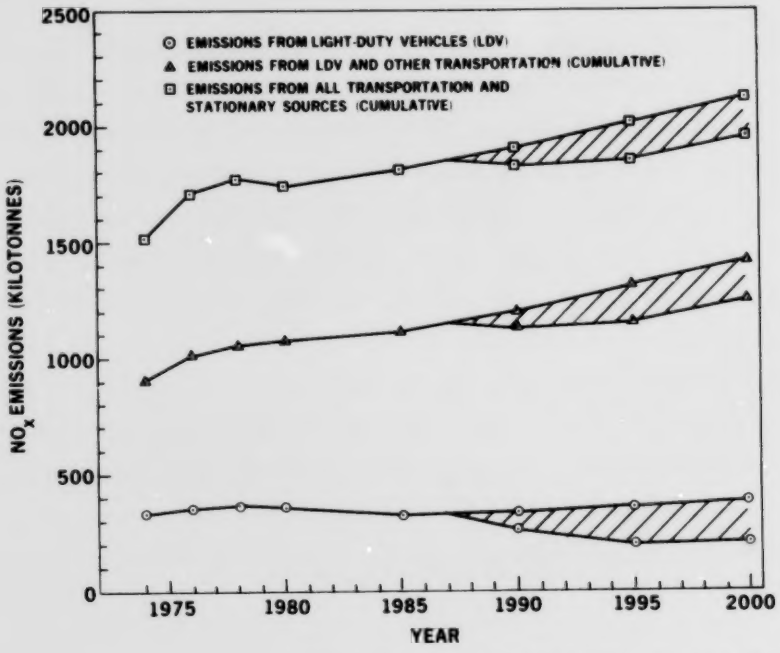

FIGURE 1 NO_X HISTORICAL AND PROJECTED NATIONAL EMISSIONS

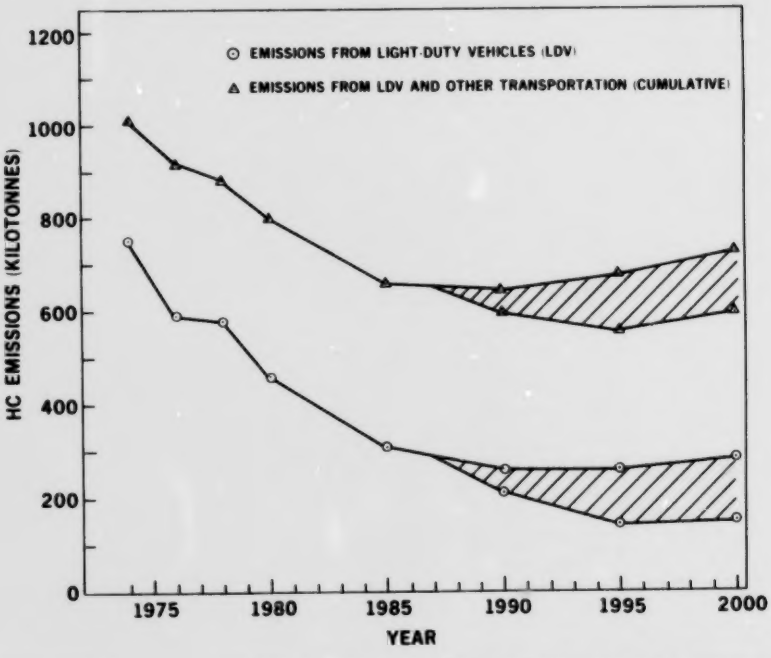

FIGURE 2 HC HISTORICAL AND PROJECTED NATIONAL EMISSIONS

The situation for CO is similar to that for HC; the status quo emissions initially decrease until about 1985 and then increase to the year 2000, reaching about 8.2 million tonnes for the transportation sector (Figure 3). Carbon monoxide emissions from LDV's reach a minimum of about 3.8 million tonnes in 1985 and increase to about 4.6 million tonnes in the year 2000. Adoption of the U.S. emission standard will reduce the LDV emissions to about 2.2 million tonnes (roughly 50% of status quo level) in the year 2000 and reduce the overall emissions of CO from the transportation sector in that year by about 30%.

Although the contribution of stationary sources to HC and CO emissions is not depicted in Figures 2 and 3, it is expected that theses sources will not play a significantly different role than that observed historically. Transportation will still remain the major sector contributing to CO emissions; however, for HC, the situation could be somewhat altered, resulting from closures that are taking place in the petroleum refining and petrochemical sectors.

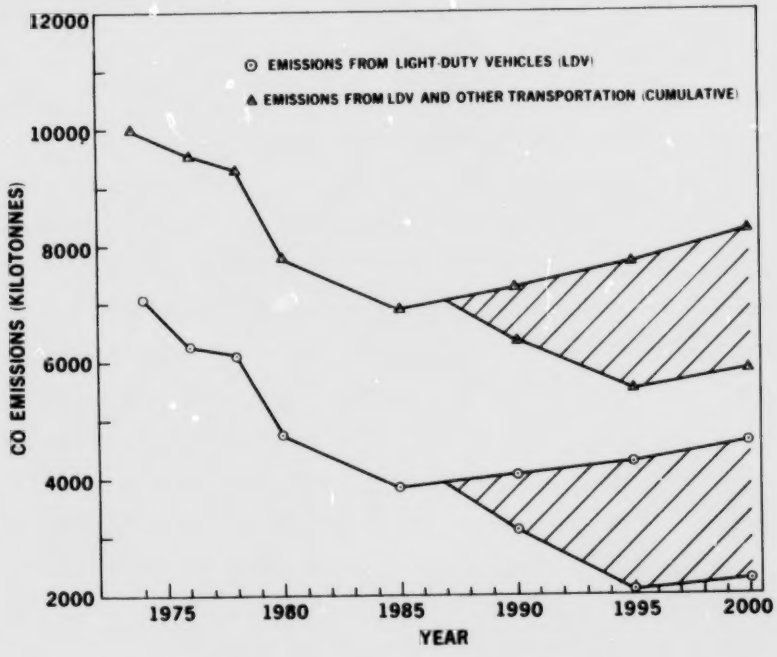

FIGURE 3 CO HISTORICAL AND PROJECTED NATIONAL EMISSIONS - TRANSPORTATION

For eastern Canada (Ontario, Quebec and the Atlantic provinces), it is projected that under status quo conditions, the contribution of transportation sources to NO_x, HC, and CO emissions will continue to be similar to that found historically, i.e., for all three pollutants, LDV's will contribute about two-thirds of national LDV emissions and, in turn, other transportation will account for about half of the national emissions in this sector. However, by adopting the U.S. standards for LDV's in 1987, it is estimated that by the year 2000 the emission of NO_x, HC, and CO in eastern Canada will be reduced by roughly 50% of their status quo levels in that year. Similarly, for the transportation sector as a whole, the emissions of NO_x, HC, and CO will be reduced by about 15%, 20%, and 33%, respectively. Under this scenario, it is estimated that the proposed LDV emissions standards will result, in the year 2000, in a reduction in the total NO_x emissions from all sources in eastern Canada of approximately 8%.

2.3 NO_x Emissions in Eastern Canada

To provide perspective on the contribution of LDV's to NO_x emissions in eastern Canada, the mass and percent of total emissions of NO_x from various sectors in this region are given in Table 6.

TABLE 6 NO_x EMISSIONS IN EASTERN CANADA* (1980)

Sector	NO_x Emissions (kilotonnes)	% of total
Non-ferrous Smelters	8	0.8
Power Generation	159	16.8
Fuel Combustion	171	18.1
Transportation		
LDV's	234	24.7
MDGT, HDGT, HDDT	111	11.7
Off-road Sources	100	10.6
Other	140	14.8
Other Industrial	23	2.4
TOTAL	946	100

* Ontario, Quebec and the Atlantic Provinces.

3 ENVIRONMENTAL QUALITY IN CANADA

3.1 NO_x Emissions and Acid Precipitation

While it is known that the ionic composition of acid precipitation is variable in both space and time, studies have shown that in the northeastern United States and eastern Canada, on an annual basis, sulphates contribute about 65% and nitrates 35% of precipitation acidity (18, 19). Atmospheric models are not yet available to provide a detailed, quantitative relationship between NO_x emissions and acid deposition; however, on the simplifying assumption that the nitrate contribution to acid precipitation can be linearly related to NO_x emissions then, from Table 6, the contribution of LDV's, which are the largest individual source of NO_x emissions in the transportation sector, would be about 9% of precipitation acidity.

Available information indicates that nitrates are formed more rapidly than sulphates in the atmosphere and that they are also deposited closer to the source of emissions (20). Therefore it may be concluded that significant reductions in NO_x emissions in Canada will result in corresponding reductions in nitrate deposition in this country. This is unlike the situation with SO_2 emissions, where it is necessary to rely in part on emission reductions in the United States in order to achieve targeted sulphate loadings in this country.

During the growing season, nitrates can undergo assimilative uptake by either terrestial or aquatic plants as an essential plant nutrient, thereby serving to neutralize the acidity of the nitric acid deposition. Under normal growth conditions it can be expected that the major portion of available nitrate will be assimilated. However, during the period of biological inactivity in the winter months, sulphates and nitrates accumulate in the snowpack. In the early spring, when the snowpack begins to melt, a sudden pulse of acidity is released into the watershed in only a few days of spring melt. This is commonly referred to as the "spring shock effect". It occurs during the sensitive life stages of many aquatic species and can cause death or deformation of fish, fry and other amphibians. Studies in Norway and Sweden, the northern United States and eastern Canada have documented this pH depression or net increase in the hydrogen ion content of the surface waters.

Many factors affect this spring shock in any given year; these include the amount of snowfall, daily temperature fluctuations (freeze-thaw conditions), geological formations and terrestial make-up of the area, as well as the mass emissions of the precursor pollutants.

While much emphasis has been placed on reducing sulphur dioxide emissions, NO_x emissions must also be viewed with concern due to their contribution to the pH depression associated with the snowpack melt episodes. This depression, when imposed on the surface waters where the acidity has already been increased due to excess sulphates, results in levels of acidity that may be critical and occur at sensitive life stages of many aquatic organisms, even though the long-term average acidity may be tolerated by a normal biological habitat.

3.2 Air Quality

3.2.1 Measurement. Air quality in Canada is monitored on a continuous basis by the National Air Pollution Surveillance (NAPS) Network and by provincial air monitoring networks. The NAPS Network is a federal-provincial co-operative network established to provide urban air quality data and to determine air quality trends across Canada for both levels of government. Provincial air monitoring networks, on the other hand, vary in size and scope and are designed to meet specific local and regional needs, within a given province, for air quality information.

3.2.2 National Ambient Air Quality Objectives. The prescription of national ambient air quality objectives (NAAQO's) for Canada is provided for under the mandate of the Clean Air Act; these objectives are based on three levels of ambient air quality:

- the maximum desirable level, which defines the long-term goal for air quality and provides a basis for an anti-degradation policy for the unpolluted parts of the country and for the continuing development of control technology;
- the maximum acceptable level, which is intended to provide adequate protection against adverse effects on soil, water, vegetation, materials, animals, visibility, personal comfort and well-being; and
- the maximum tolerable level, which denotes a time-based concentration of an air contaminant beyond which, due to a diminishing margin of safety, appropriate action is required to protect the health of the general population.

Recommendations to the Minister of the Environment to publish ambient-air concentrations for these objectives for a given pollutant are made by the Federal-Provincial Committee on Air Pollution, and are based on a thorough review of environmental and health effects associated with the presence of the given pollutant in ambient air. Data of the type given in Reference 9 form an important component in setting the various air-quality-objective concentrations.

The NAAQO's for the LDV-related pollutants, carbon monoxide, nitrogen dioxide, and ozone, are given in Table 7. A NAAQO for hydrocarbons has not been established.

3.3 Current/Historical Air Quality Data

3.3.1 Ozone. Valid ozone data from the complete NAPS Network are only available since 1979 and annual mean ozone concentrations for the period 1979-82 are given in Table 8. No significant changes occurred during that period, in which about 30% of the stations exceeded the annual maximum acceptable level.

The percentage of NAPS readings in a given year (1979 to 1982) that exceed the maximum acceptable 24-hour ozone concentration are given in Table 9 for various cities across Canada. It should be noted that for cities in which there is more than one NAPS station, the data from all the stations have been given as a city average, and that (to avoid biases) only stations having sufficient data to calculate a valid annual mean are included in Table 9. It is apparent from this table that readings higher than the 24-hour maximum acceptable concentration are the rule rather than the exception.

In a similar manner, the rate per monitoring station that the maximum acceptable and maximum tolerable one-hour NAAQO's for ozone were exceeded between 1977 and 1982 is given in Table 10 for various cities and regions in Canada. These rates are derived from measurements made at NAPS stations in urban centres (supplemented by municipal data for Montreal and Vancouver), and at provincial stations in rural and urban areas in Ontario. The number of monitoring stations is given for each year for which data are available. No overall trend is apparent in ozone concentrations and year-to-year variability is governed to a large extent by meteorological factors (15). However, a preliminary analysis of 1983 NAPS data indicates that the rates at which the one-hour maximum acceptable NAAQO for ozone were exceeded at most stations in Ontario will be greater than for any year since 1978.

The ozone data from monitoring stations in Vancouver, Ontario, Montreal-Quebec City, and New Brunswick-Nova Scotia have been analysed using consistent criteria for the definition of ozone episodes. The terminology for episode types and the number of occurrences of each type are given in Table 11, while Table 12 presents the annual number of episode days, by region, from 1977 to 1982.

Based on the number of exceedances per station of the NAAQO one-hour acceptable level, and on the number of episode days per year, Canada can be roughly divided into four zones of ozone impact.

TABLE 7 NATIONAL AMBIENT AIR QUALITY OBJECTIVES FOR CARBON MONOXIDE, NITROGEN DIOXIDE, AND OZONE

Air Contaminant	Maximum Desirable Level	Maximum Acceptable Level	Maximum Tolerable Level
Carbon Monoxide			
Average 8-hour concentration	5 ppm	13 ppm	17 ppm
Average 1-hour concentration	13 ppm	31 ppm	-
Oxidants (ozone)			
Annual arithmetic mean	-	0.015 ppm	-
Average 24-hour concentration	0.015 ppm	0.025 ppm	-
Average 1-hour concentration	0.05 ppm	0.08 ppm	0.15 ppm
Nitrogen Dioxide			
Annual arithmetic mean	0.03 ppm	0.05 ppm	-
Average 24-hour concentration	-	0.11 ppm	0.16 ppm
Average 1-hour concentration	-	0.21 ppm	0.53 ppm

TABLE 8 ANNUAL MEAN OZONE CONCENTRATIONS: 1979-1982

Year	Number of Stations	Average of Annual Mean	Percentage of Stations with Annual Mean Less than Values Shown (ppm O_3)			
			90%	75%	50%	25%
1979	39	0.015	0.020	0.018	0.015	0.012
1980	41	0.016	0.021	0.020	0.016	0.012
1981	35	0.015	0.020	0.018	0.015	0.012
1982	40	0.016	0.021	0.019	0.016	0.013

(a) The southern portions of Ontario and Quebec (specifically the corridor stretching from Windsor to Quebec City).

Exceedances per station of the one-hour acceptable air quality objective ranged from 15 to 190 per year and episode days were 16 to 40 per year over the period of data record. Mean growing season ozone concentrations ranged from 0.04 to 0.05 ppm in southern Ontario.

(b) Vancouver and lower Fraser Valley

Exceedances per station of the one-hour acceptable air quality objective ranged from 21 to 45 per year and episode days averaged 35 per year.

(c) Nova Scotia and New Brunswick

Exceedances per station of the one-hour acceptable air quality objective ranged from 8 to 16 per year and episode days averaged 5 per year.

(d) The remainder of Canada

Exceedances of the one-hour acceptable air quality objective for ozone have occurred at almost all urban ozone monitoring sites in the NAPS network. Based on Ontario data, exceedances in many rural areas of Canada downwind of these urban centres would also be expected.

TABLE 9 PERCENTAGE OF 24-HOUR OZONE CONCENTRATIONS EXCEEDING MAXIMUM ACCEPTABLE LEVEL FOR VARIOUS CANADIAN CITIES

	1979		1980		1981		1982	
	No. of Stations	%	No. of Stations	%	No. of Stations	%	No. of Stations	%
Saint John, N.B.	(1)	INV	(1)	34.1	(1)	14.8	(1)	32.9
Montreal, Que.	(7)	11.1	(8)	11.7	(5)	10.7	(6)	18.8
Quebec City, Que.	(1)	1.8	(1)	1.8	(2)	3.4	(2)	18.8
Ottawa, Ont.	(2)	14.7	(3)	16.0	(3)	7.9	(3)	12.1
Windsor, Ont.	(1)	17.4	(1)	28.8	(1)	26.7	(1)	23.3
Toronto, Ont.	(7)	10.0	(7)	11.3	(5)	10.3	(7)	9.5
Sudbury, Ont.	(1)	16.2	(1)	6.8	(1)	10.0	(1)	11.0
London, Ont.	(1)	15.2	(1)	21.8	(1)	25.3	(1)	31.4
Sarnia, Ont.	(1)	40.5	(1)	33.7	(1)	29.6	(1)	39.1
Cornwall, Ont.	(1)	36.9	(1)	40.6	(1)	35.9	(1)	32.0
St. Catherines, Ont.	(1)	20.5	(1)	25.3	(1)	24.0	(1)	33.1
Winnipeg, Man.	(2)	17.1	(2)	24.4	(2)	11.3	(1)	9.2
Regina, Sask.	(1)	23.2	(1)	37.1	(1)	INV	(1)	25.6
Edmonton, Alta	(2)	19.0	(2)	11.9	(2)	15.9	(2)	24.1
Calgary, Alta.	(1)	44.3	(2)	19.6	(2)	16.6	(2)	23.8
Vancouver, B.C.	(4)	6.6	(4)	7.0	(1)	3.0	(3)	4.5
Victoria, B.C.	(1)	11.7	(1)	INV	(1)	INV	(1)	11.0

INV: INVALID (A valid annual mean cannot be computed because of insufficient data)

TABLE 10 EXCEEDANCES PER STATION OF THE OZONE ONE-HOUR MAXIMUM ACCEPTABLE AND MAXIMUM TOLERABLE AIR QUALITY OBJECTIVES IN SELECTED CANADIAN CITIES AND REGIONS: 1977 to 1982

	1977			1978			1979			1980			1981			1982(d)		
City/Region	(1) NO.	(2) ACC	(3) TOL	NO.	ACC	TOL	NO.	ACC	TOL	NO.	ACC	TOL	NO.	ACC	TOL	NO.	ACC	TOL
Toronto (a)	6	14	0	6	78	0	6	30	<1	6	26	0	6	22	0	7	10	0
Montreal (a)	-	-	-	-	-	-	9	29	<1	9	15	0	9	21	<1	9	19	<1
Vancouver (a)	-	-	-	10	26	1	10	21	1	11	25	1	10	46	6	10	8	0
Edmonton (a)	-	-	-	2	4	0	3	10	<1	3	0	0	3	16	0	2	7	0
Winnipeg (b)	-	-	-	-	-	-	2	0	0	2	3	0	2	0	0	2	0	0
Calgary (b)	-	-	-	-	-	-	3	9	1	2	1	0	2	2	0	2	6	0
Ottawa (b)	-	-	-	-	-	-	2	12	0	3	18	0	3	0	0	3	8	0
Southwestern Ontario (c)	6	185	9	7	155	13	8	70	3	7	100	2	-	-	-	-	-	-
West Central Ontario (c)	4	87	2	4	188	11	6	43	2	6	87	1	-	-	-	-	-	-
Central Ontario (c)	4	52	3	5	130	7	4	74	7	4	34	2	-	-	-	-	-	-
Southeastern Ontario (c)	2	23	0	3	155	11	3	20	0	1	26	0	-	-	-	-	-	-
Northeastern Ontario (c)	1	14	0	1	38	0	1	15	0	1	7	0	-	-	-	-	-	-

(1) NO. = Number of Monitoring Stations
(2) ACC = Maximum Acceptable One-Hour Air Quality Objective
(3) TOL = Maximum Tolerable One-Hour Air Quality Objective

(a) Davis, C.S. et al., Final Report: Proposed Automobile Emissions Standards, Concord Scientific Corp., Report to Environment Canada (1984).
(b) Environment Canada, National Air Pollution Surveillance, Annual Summaries for 1979, 1980, 1981, and 1982.
(c) Mukammel, E., Report on Oxidant Climatology of Ontario, Atmospheric Environment Service Report (1984).
(d) All 1982 data from NAPS Annual Summary for 1982.

- = Not Available

TABLE 11 NUMBER OF OCCURRENCES OF VARIOUS OZONE EPISODES

Region	No. of Stations*	Time Period	Station Episodes(1)	Episode Days(2)	Areal Episodes(3)	Persistent Episodes(4)
New Brunswick-Nova Scotia	3-7	1979-1982	20	20	0	1
Montreal Region Quebec City	10-12	1979-1982	131	65	16	4
Southwestern Ontario	6-8	1977-1980	347	159	36	20
West Central Ontario	4-6	1977-1980	288	137	26	2
Central Ontario	4-5	1977-1980	173	100	21	8
Southeastern Ontario	1-3	1977-1980	78	58	4	5
Northeastern Ontario	1	1977-1980	13	12	0	2
Vancouver GVRD	10-11	1978-1981	237	139	21	5

* Number of stations reporting valid data vary from year to year.

Definitions

(1) Station Episode: Ozone concentration greater than one-hour maximum acceptable level for three or more consecutive hours.

(2) Episode Day: A day on which at least one station episode occurs.

(3) Areal Episode: The occurrence on the same day of three or more station episodes in a specified geographic area.

(4) Persistent Episode: The occurrence of an areal episode on two or more consecutive days.

3.3.2 Carbon Monoxide. Annual mean carbon monoxide concentrations, as measured at NAPS stations over a ten-year period beginning in 1973, are given in Table 13. These data indicate that carbon monoxide concentrations decreased significantly from 1973 to 1976, but that there has been no consistent trend since then.

Analyses of recent NAPS data for one-hour and eight-hour carbon monoxide concentrations show that these concentrations were almost always less than the applicable maximum acceptable levels. However, exceedances of these levels, and also the eight-hour maximum tolerable level, did occur in a small percentage of the

TABLE 12 OZONE EPISODE DAYS BY YEAR IN SELECTED REGIONS IN CANADA: 1977 - 1982

Region	No. of Stations*	Number of Episode Days in Year						
		1977	1978	1979	1980	1981	1982	Total
New Brunswick - Nova Scotia	3-7	NA	5	2	11	1	1	20
Montreal-Quebec City	10-12	NA	NA	15	9	20	21	65
Southwestern Ontario	6-8	46	56	36	21	NA	NA	159
West Central Ontario	4-6	34	49	23	31	NA	NA	137
Central Ontario	4-5	16	46	26	12	NA	NA	100
Southeastern Ontario	1-3	3	45	5	5	NA	NA	58
Northeastern Ontario	1	2	6	3	1	NA	NA	12
Vancouver - GVRD	10-11	NA	29	30	41	39	NA	139

* Number of stations reporting valid data varies from year to year.
NA - Not Available

observations at a few stations located in high-density traffic areas (e.g. in Montreal, Toronto, and Edmonton). The variation between 5 a.m. and 8 p.m. in one-hour CO concentrations, averaged over all NAPS stations from 1974 to 1982 (Figure 4), illustrates very clearly the impact of motor vehicle emissions on ambient air quality in Canada. It may be noted that a bimodal concentration - time distribution shown in this figure is associated with the morning and evening rush hours.

3.3.3 Nitrogen Dioxide. Annual mean concentrations of nitrogen dioxide, as measured by the NAPS Network from 1977-82, are given in Table 14. These data indicate that, from 1977 to 1981, there was a significant decrease in nitrogen dioxide concentations, but since then there has been no significant change.

Recent NAPS data for one-hour and 24-hour nitrogen dioxide concentrations are similar to the short-term carbon monoxide concentrations in that there were occasional exceedances of the maximum acceptable and maximum tolerable levels at

TABLE 13 ANNUAL MEAN CARBON MONOXIDE CONCENTRATIONS: 1973-1982

Year	Number of Stations	Average of Annual Mean	Percentage of Stations with Annual Mean Less than Values Shown (ppm CO)			
			90%	75%	50%	25%
1973	10	2.7	4.3	3.3	2.5	2.1
1974	18	2.4	5.0	3.0	2.2	1.2
1975	22	1.9	2.8	2.4	1.7	1.3
1976	29	1.6	2.4	1.9	1.4	0.9
1977	33	1.6	2.3	1.9	1.4	0.9
1978	40	1.5	2.8	2.0	1.3	0.8
1979	42	1.7	3.2	2.0	1.5	1.0
1980	43	1.5	2.8	1.8	1.4	0.9
1981	36	1.5	2.3	1.6	1.4	0.9
1982	41	1.3	2.2	1.9	1.6	0.9

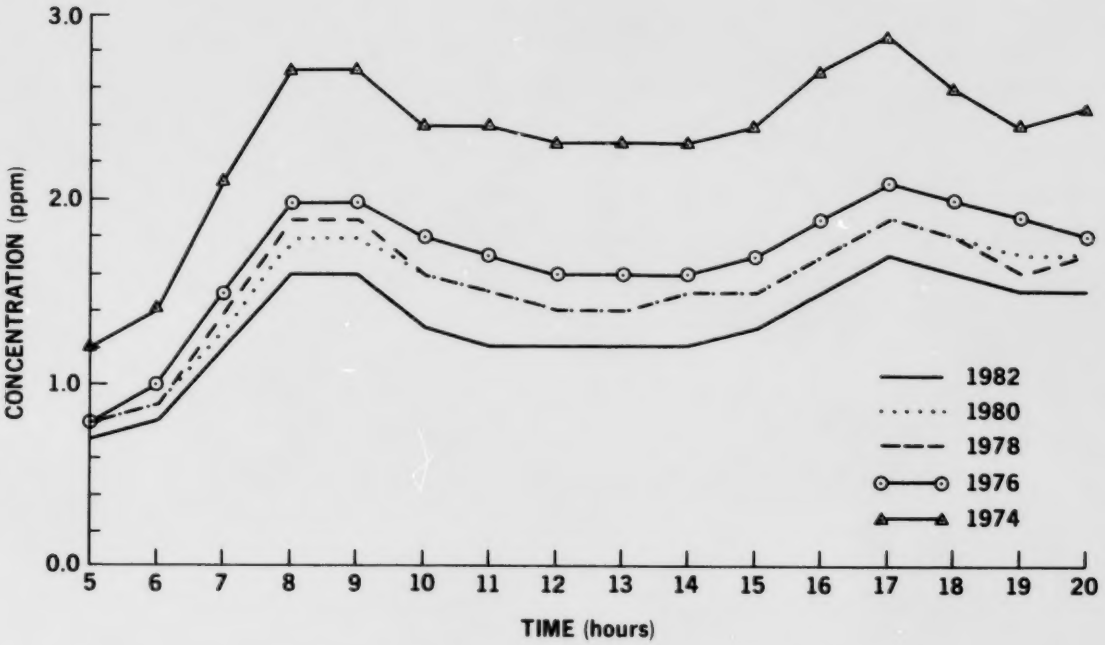

FIGURE 4 HOURLY MEAN CONCENTRATION OF CARBON MONOXIDE FOR ALL NAPS STATIONS

TABLE 14 ANNUAL MEAN NITROGEN DIOXIDE CONCENTRATIONS; 1977-1982

Year	Number of Stations	Average of Annual Mean	Percentage of Stations with Annual Mean Less than Values Shown (ppm NO_2)			
			90%	75%	50%	25%
1977	27	0.031	0.044	0.034	0.027	0.021
1978	33	0.029	0.04	0.035	0.029	0.02
1979	34	0.026	0.034	0.031	0.027	0.019
1980	43	0.025	0.037	0.031	0.023	0.019
1981	36	0.023	0.032	0.029	0.022	0.016
1982	41	0.023	0.034	0.027	0.022	0.018

stations located in high-density traffic areas. The urban-air concentrations of NO and NO_2 during the course of the day also follow a bimodal traffic-related pattern similar to that for CO (15).

3.3.4 Hydrocarbons. Data on the ambient-air concentration of hydrocarbons in Canada are available only for Toronto (11 years of data) and Edmonton (9 years of data); an analysis of these data (21) indicates that no discernible trend in concentrations was identifiable for either city over the measurement period.

4 AUTOMOTIVE INDUSTRY CONSIDERATIONS

4.1 Emission Standards

Canadian and United States light-duty motor vehicle emissions standards are given in Table 15. It may be noted that current Canadian standards allow significantly higher emissions of all pollutants than the U.S. standards.

TABLE 15 VEHICLE EMISSION STANDARDS (g/km)

Year	Hydro-carbons	Carbon Monoxide	Oxides of Nitrogen	Diesel Particulates	Evaporative Hydrocarbons
Passenger Cars					
1975 to 1985 Canada Gasoline & Diesel	1.22	15.5	1.9	NA	2.0g/Test(1)
1981 U.S. Gasoline & Diesel	0.25	2.1(4)	0.62(3)	NA	2.0g/Test(2)
1984 U.S. Gasoline & Diesel	0.25	2.1	0.62(3)	0.37	2.0g/Test(2)
Light Duty Trucks					
1975 to 1985 Canada Gasoline & Diesel 0-6000 pounds GVWR	1.22	15.5	1.9	NA	2.0g/Test(1)
1981 U.S. Gasoline & Diesel 0-8500 pounds GVWR	1.04	11.2	1.63	NA	2.0g/Test(2)
1984 U.S. Gasoline & Diesel 0-8500 pounds GVWR	0.49	6.2	1.43	0.37	2.0g/Test(2)

(1) Cannister test (carbon trap)
(2) SHED test (sealed housing evaporative determination)
(3) NO_x standard waived to 0.93 g/km for diesel or innovative technology
(4) CO Standard waived to 4.35 g/km.

4.1.1 Passenger Cars - Gasoline. Current Canadian emission standards can be met without the use of catalyst technology (22) whereas the current U.S. standards require the

use of a three-way catalyst system with electronic engine controls. Canadian NO_x standards are usually met through use of exhaust gas recirculation (EGR).

New vehicles sold in Canada are fitted with four different emission control systems: non-catalyst (20%), oxidation catalyst (63%), three-way catalyst (15%) or special systems (2%). Vehicles equipped with catalyst systems require lead-free fuel for proper system operation and durability.

Under laboratory conditions passenger vehicles with three-way catalyst-control systems show equivalent or slightly improved fuel economy when compared to similarly equipped vehicles with Canadian emission control systems (23).

4.1.2 Passenger Cars - Diesel. In Canada, diesel-powered passenger cars are subject to the same emission standards as gasoline powered cars. Little, if any, additional emission control equipment need be installed on diesel-powered cars sold in Canada to meet the 1981 U.S. standard (22) which has no requirement for particulate emissions.

Diesel-powered passenger cars, equipped with EGR to meet the U.S. 1981 passenger car standard, could suffer a small (less than 5%) fuel economy penalty. At present, diesel-powered cars in Canada represent less than 5% of new car sales (22).

4.1.3 Light Duty Trucks - Gasoline. Canadian emission standards for automobiles also apply to light-duty trucks up to 6000 pounds (2720 kg) gross vehicle weight rating (GVWR). It is reported (22) that the U.S. 1981 standard for light-duty trucks up to 8500 pounds (3850 kg) GVWR can be met without catalysts; however, as is the case with passenger cars, many manufacturers fit their vehicles with oxidation catalysts. As a result, such trucks require lead-free fuel for proper emission control system performance.

The fuel economy of light duty trucks marketed in Canada and the U.S. appears to be identical (22).

4.1.4 Evaporative Emissions. Most manufacturers use the current U.S. hydrocarbon evaporative control system, which meets the 2 gram per test SHED (sealed housing evaporative determination) requirement. In a few instances some models may have to be upgraded (22).

4.1.5 North American LDV Production. As would be anticipated, because of the dominance of the U.S. market, the major portion of LDV's produced in North America is equipped to meet U.S. emission standards. For example, in 1983, about 92% of the 10 million LDV's produced in North America were so equipped. Similarly, of the 7.8 million passenger cars produced in that year, approximately 90% were equipped to meet the U.S.

standards; this includes the 70% of Canadian passenger car production (968 000) which was exported to the U.S.

4.2 Technology and Costs to Meet Proposed Standards; Passenger Cars

4.2.1 Incremental Retail Price Equivalent. In response to a survey of domestic manufacturers and selected importers, industry was uniform in stating that a closed-loop, three-way catalyst system would be required to meet the proposed emission standards; that is, the same system as currently used on United States models (22).

Ford, Chrysler, and several of the importers provided price estimates. Ford estimated an incremental retail price equivalent of $175 to replace the current emission control system with one that will meet the proposed standards. Chrysler estimated a $210 incremental retail price equivalent to upgrade its 2.2-litre engine family from an oxidation catalyst system to a three-way catalyst system. The incremental retail price equivalent estimates provided by importers ranged from $155 (Volkswagen) to $940 (Renault). The two largest importers, Toyota and Honda, each with about 6 percent of the market, reported incremental retail price equivalents that generally fall in the $350-$550 range, depending on the engine family and emission control system configuration (25).

General Motors declined to provide estimates of the costs to upgrade its current emission control systems to meet the proposed standards. Over 90 percent of General Motors passenger cars sold in Canada are equipped with carburetors and oxidation catalysts. General Motors indicated that, to meet the proposed standards, it would probably use its current U.S. federal emission control system with "some refinement anticipated". The major changes from the current systems would be to use carburetors with electronic feedback control and three-way oxidation catalysts. From U.S. Environmental Protection Agency (EPA) cost data (26, 27), the estimated incremental retail price equivalents would be $30 to $100 and $80 to $140 for the catalyst and the hardware, respectively. Therefore, the incremental retail price equivalent for General Motors passenger cars would be $110 to $240.

4.2.2 Average Incremental Retail Price Equivalent. To calculate the average cost to the consumer, it is assumed that the market shares held by domestic manufacturers and importers will remain at 1983 levels during 1987-1996. The average incremental retail price equivalent (R.P.E.) would then be the weighted average of the manufacturers' and importers' estimates discussed above.

The market shares (28) and incremental R.P.E. for General Motors, Chrysler, Ford and 'all others' are shown in Table 16. The weighted average of these data is $235 per car.

TABLE 16 AVERAGE INCREMENTAL RETAIL PRICE EQUIVALENT

Company	Market Share %	Incremental Retail Price Equivalent ($ Cdn 1983)
General Motors	38	175
Chrysler	16	210
Ford	15	175
All Others	31	350
	Weighted Average:	235

4.2.3 Disaggregation of Retail Price Equivalent. The retail price equivalent estimates can be disaggregated into their component parts using the Lindgren equation (26) as modified by Pilorusso and DeKany (22) to take into account the application of the Canadian federal sales tax.

DeKany and Pilorusso showed disaggregated retail price equivalents for two markup factors, 2.7 and 1.93. (The markup factor is a composite of parts manufacturer's, vehicle assembler's and dealer's markups). The lower markup factor, 1.93, is based upon the EPA's analysis of actual cost data and, probably, more accurately reflects true costs and markups (25).

Table 17 shows the component parts (as percentages) and the corresponding R.P.E. per car. As can be seen from this table, 60% of the R.P.E. is made of cost at the manufacturing level and the remaining 40% is made of various markups, federal tax, and research and development costs.

It is considered that research and development costs are no longer an attributable component to the R.P.E. because the current technology has been in place in the U.S. for four years. Furthermore, it is not known how much of the incremental R.P.E. will be passed on to the consumer or, conversely, how much will be absorbed by the manufacturer. This is because the price of a new car is dependent on many factors, other than just parts and assembly costs (e.g., desired return on investment, pricing policies, economic climate, market conditions, market share, import restrictions). If it is assumed that only the vehicle assembler cost is passed on to car buyers, then, since the average price of new passenger cars in 1983 was $10 721 (29), this additional cost would represent a 1.3% increase in the price of a new car. In the final analysis, market forces or marketing strategies are more likely to determine new car prices than hardware costs, particularly considering the small costs involved.

TABLE 17 COMPONENTS OF THE R.P.E.'s

Component	Percent	R.P.E. per Car
Plant Manufacturing		
. material	31.4	74
. labour	9.6	23
. plant overhead	3.8	9
Sub Total:	44.8	105
Component vendor markup	10.3	24
Tooling expense	2.9	7
Assembly, engine and body modification	2.0	5
Total - Vehicle assembler Cost	60.0	141
Vehicle Assembler Markup	13.8	32
Federal Sales Tax	6.6	16
Dealer markup	13.8	32
Research and development	5.7	13
Total R.P.E.	100%	$235

4.2.4 Lead Time Considerations. Pilorusso and DeKany (22) report that manufacturers of vehicles which conform to current U.S. standards could supply similar emission control systems in Canada within 12 to 18 months. The few manufacturers who would be required to redesign and certify completely new or substantially modified systems could require up to 36 months.

As noted previously, about 15% of new cars sold in Canada are already equipped with U.S.-specific control technology. Typically, about 950 000 new cars are sold in Canada and about 9 million in the U.S. annually. The auto trade pact permits the free movement of new cars and new car parts across the Canada/U.S. border. In 1983 about 70% of the cars manufactured in Canada were sold in the U.S. (31, 32). These were all equipped with U.S.-specific emission control equipment. Only about 5% of U.S. new car production was sold in Canada. While most of that 5% was produced with Canadian-specific emission control equipment, it is evident that the car manufacturers should be able to provide cars to meet more stringent emissions standards in Canada in less than two years.

5 REFINERY INDUSTRY CONSIDERATIONS

As vehicles equipped with catalytic converters have entered the motor vehicle fleet in Canada, lead-free gasoline's share of annual gasoline consumption has increased from about 6% in 1975 to 45% in 1983. Under status quo or natural lead phase-down conditions, it is projected that this demand for lead-free gasoline will continue to increase until 1990, when it will stabilize at about 70% of total gasoline demand (24). At that time, the residual 30% leaded-fuel demand will be for cars and trucks that are designed to operate on leaded gasoline.

At present, about 20% of the new passenger cars sold in Canada employ emission control technology that is able to meet current Canadian emission standards without the use of catalytic converters; these cars operate on leaded fuel. However, this leaded-fuel technology is not adequate to meet the standards under consideration. In order to meet these standards, this segment of the new vehicle fleet would have to be equipped with catalyst technology and to operate on lead-free fuel. This fuel requirement will result in a progressive increase in demand for lead-free fuel which is incremental to that forecast under the natural phase-down projection. Assuming that the proposed standards are introduced in 1987, it is estimated that by 1996 the demand for lead-free fuel will have increased from 70% to 90% of total gasoline demand.

To meet this increased demand, the refinery industry will need to provide additional capacity to produce lead-free gasoline. An estimate of the capital and operating costs involved has been made in a study conducted by Monenco (33). This study, which was commissioned by Environment Canada and carried out with the co-operation of the Department of Energy, Mines and Resources and the Petroleum Association for Conservation of the Canadian Environment (PACE), also estimated the costs to the industry if the octane-enhancing additive MMT (methyl cyclopentadienyl manganese tricarbonyl) is no longer used in lead-free gasoline. Although this additive is currently used in Canada, it is not permitted in the U.S. because studies there in the late 1970's indicated that its presence in gasoline prejudiced the attainment of the HC emission standard. According to Monenco, the capital and operating costs resulting from the removal of MMT and a 70/30 to 90/10 shift in grade split (lead-free/leaded) are $494 million and $42 million/year, respectively. If MMT is retained, the respective costs are $68 million and $19 million/year. Assuming that the capital expenditures are made over the 10-year period during which the incremental demand for lead-free gasoline will occur, then the production costs over the lead-free pool may be estimated as about 0.3

cents/litre without MMT and less than 0.1 cent per litre if it remains as a fuel additive. The vehicle maintenance savings that accrue to the motorist from the use of lead-free fuel compared to leaded fuel are discussed elsewhere (34, 35).

Canadian car manufacturers report no significant durability or maintenance problems with cars equipped to meet U.S. emissions standards when operating on Canadian fuels containing MMT. Technological improvements also have been and continue to be made which minimize the potential impact of MMT-containing fuels. Therefore removal of MMT is not considered to be a prerequisite to the attainment of the 0.25 g/km hydrocarbon standard.

6 CONCLUSIONS

Light duty vehicles are the largest single man-made source of NO_x, HC, and CO emissions in Canada and contribute significantly to the urban air concentrations of these pollutants. In addition, the NO_x and HC emissions undergo various reactions in the atmosphere that lead to the formation of nitric acid and ozone, compounds that play important roles in acid precipitation and in health/agricultural impacts, respectively. Although there are numerous man-made sources of NO_x, HC and CO emissions, LDV's are nevertheless unique in that they are not only the major individual source of all three pollutants, but that they also offer the opportunity for more stringent control of these pollutants simultaneously using technology that is already proven and in widespread use in North America. Thus, whereas current Canadian emission standards for LDV's have remained unchanged since 1975, the standards under consideration have been in force in the U.S. since 1981. In 1983, cars equipped to meet these latter standards represented about 90% (7 million) of all cars built in North America, and about 70% of cars manufactured in Canada, which were exported to the U.S. and equipped to meet the U.S. standard. Thus, the simple adoption of the U.S. standard in Canada should not have a major impact on the car manufacturing industry; implementation should require only a relatively short lead-time. It is further estimated that, on a sales-weighted basis, the average cost to the manufacturers to equip cars to meet these standards in Canada would be about $140 per car.

At present, mathematical models capable of predicting the environmental improvements to be expected from more stringent LDV emission standards are not available and therefore it is not possible to estimate the monetary value of the environmental and health benefits to be anticipated from the decreased emissions. Indeed, there is scientific debate on the most appropriate control strategy to address the ozone problem in Canada; namely whether to control both NO_x and HC emissions, or to directly control one or the other of these precursor pollutants. Nevertheless, despite the current lack of quantitative emissions/effects relationships and of a detailed understanding of atmospheric chemistry processes, HC and NO_x emissions are unambiguously recognized as playing a major role in the formation of ozone, and NO_x emissions as contributing to the acid precipitation phenomenon. It is therefore considered prudent to adopt a control strategy that will reduce these precursor emissions to the maximum possible extent. A necessary first step in this strategy can be achieved by adopting the U.S. emission standards for LDV's which, it is estimated, will result in reductions (from

the 1980 levels) of 45% or more for LDV emissions of NO_x, CO, and HC in Canada by the year 2000. This action will limit projected status-quo increases in NO_x emissions and hence reduce the contribution of LDV's to acid precipitation; it should also lead to a general improvement in ambient air quality in and around urban centres and to decreasing the LDV contribution to ambient ozone concentrations and to regional ozone episodes.

REFERENCES

1. The Canada Gazette, Part 1, 6767, September 18, 1982.

2. Environment Canada, Environmental Protection Programs Directorate, A Nationwide Inventory of Emissions of Air Contaminants (1980), preliminary data.

3. Environment Canada, Air Pollution Control Directorate, National Inventory of Natural Sources and Emissions of Organic Compounds (1981).

4. Logan, J.A., Nitrogen Oxides in the Troposhere: Global and Regional Budgets, J. Geophysical Res., 88, (C15), 10,785 (1983).

5. Environment Canada, Air Pollution Control Directorate, National Inventory of Natural Sources and Emissions of Nitrogen Compounds, Report EPS 3-AP-80-4 (1981).

6. Environment Canada, National Air Pollution Surveillance Annual Summary for 1982. Report EPS 5-EP-83-13 (1983).

7. Enhalt, D.H., Chemical Coupling of Nitrogen, Sulphur, and Carbon Cycles in the Atmosphere. Published in, Some Perspective of the Major Biogeochemical Cycles, G. Likens (editor), (1981).

8. National Academy of Sciences, Vapor-phase Organic Pollutants. Committee on Medical and Biological Effects of Environmental Pollutants, Washington, D.C. (1976).

9. The Environmental Applications Group Limited, Socio-economic Impact Analysis on the Proposed Revision of Automotive Emission Standards; Task 1 Final Report, Effects of Automotive Emission. Report prepared for Environment Canada (1983).

10. Demerjian, K.L., Kerr, J.A., and Calvert, J.G., Mechanism of Photochemical Smog Formation. Environ. Sci. Tech. 4, 1 (1974).

11. Fishman, J. and Crutzen, P.J., The Origin of Ozone in the Trophosphere. Nature, 274 (31), 855 (1978).

12. Hagen-Smit, A.J. and Wayne, L.G., Atmospheric Reactions and Scavenging Processes. In, Air Pollution, Volume 1, A.C. Stern (ed.), Academic Press, New York (1976).

13. National Academy of Sciences, Ozone and other Photochemical Oxidants. Committee on Medical and Biological Effects of Environmental Pollutants, Washington, D.C. (1977).

14. Altshuller, A.P., Measurements of the Products of Atmospheric Photochemical Reactions in Laboratory Studies and in Ambient Air, Relationships between Ozone and other Products. Atmos. Environ., 17, 2383 (1983).

15. Concord Scientific Corporation, Initial Assessment Report on Photochemical Oxidant Air Pollutants in Canada, April, 1984.

16. Énergie, Mines et Ressources Canada, Division des carburants de remplacement, Demande d'énergie pour le secteur des transports, pour la période de 1983 à l'an 2000, dans le contexte de l'offre et de la demande globale d'énergie au Canada (brouillon), novembre 1983.

17. United States - Canada, Memorandum of Intent on Transboundary Air Pollution. Final Report of Work Group 3B (1982).

18. Galloway, J.N., Likens, G.E. and Edgerton, E.S., Acid Precipitation in the Northeastern United States, pH and Acidity. Science, 194, 722 (1976).

19. Galloway, J.N. and Dillon, P.J., Effects of Acid Deposition: The Importance of Nitrogen. In, Ecological Effects of Acid Deposition, National Swedish Environmental Protection Board, Report PM 1636, 1983.

20. Rodhe, H., Crutzen, P. and Vanderpol, A., Formation of Sulphuric and Nitric Acid during Long Range Transport. Tellus, 33, 132 (1981).

21. Concord Scientific Corporation, Proposed Automobile Emission Standards: An Air Quality Assessment. Report prepared for Environment Canada, May, 1984.

22. Pilorusso Research Associates Inc. and DeKany Associates, The Technology and Costs to Control Automotive Emissions in Canada, October, 1983.

23. Polak, J.C., Hrobelsky, L.E. and Dowell, J., Comparison of Canadian and U.S. Specification Vehicles. Society of Automotive Engineers, Paper 840558 (Feb., 1984).

24. Socio-Economic Impact Analysis of Lead Phase-down Control Options, Environment Canada, February, 1984.

25. Pilorusso Research Associates, Inc.; private communication (1984).

26. Lindgren, L.H., Cost Estimation for Emission Control Related Components and Cost Methodology Description, U.S. EPA Report, EPA 460/3-73-002 (1978).

27. Hellman, H., Emission Control System Cost Study - Phase II, U.S. EPA memorandum, January 1983, and The Cost of Controlling Emissions of 1981 Model Year Automobile, U.S. EPA Report.

28. Ward's Automotive Report, January 23, 1984.

29. Statistics Canada, Motor Vehicle Sales, Cat. No. 63-007.

30. Statistics Canada Daily, Canada's Foreign Trade-in Automotive Products, January-December 1983, Cat. No. 11-001 E.

31. Anon, Automotive News, p. 68, January 9, 1984.

32. Statistics Canada, Pub. No. 11-001E, March 22, 1984.

33. Monenco Engineers and Constructors, Cost to the Petroleum Industry Associated with MMT Removal and Grade-Split Changes in Motor Gasoline, July, 1984.

34. Labuda, J. and Landheer, F., Control Options for Lead Phase-down in Motor Gasoline, Environmental Protection Service Report, EPS 3-AP-83-1 (1983).

35. United States Environmental Protection Agency, Costs and Benefits of Reducing Lead in Gasoline, Draft Final Report, March, 1984.

APPENDIX

Methodology for Estimating Transportation Sector Emissions

The assumptions and methodologies used to determine historical NO_x, HC and CO emissions from the transportation sector in Canada and eastern Canada are given in detail in References 1 to 3. In brief, they consist of the following.

1) Emission factor estimates for automobiles, light-duty gasoline trucks, medium-duty gasoline trucks, and heavy-duty gasoline and diesel trucks are based on the following factors:*

   a) New vehicle performance data for the years 1972 and earlier are based on U.S. EPA MOBILE 2 Base Emission Rates (BER) (4).

   b) New vehicle performance data for 1973-83 passenger cars are based on the results of compliance testing performed at the Vehicle Emission Test Laboratory of Environment Canada.

   c) In-use degradation for the fleet is derived from various estimates of tampering, misfuelling and maladjustment according to the emission control technology being utilized.

   d) For light-duty trucks, it is assumed that all trucks up to 1983 were built to perform to U.S. emission limits.

   e) All medium-duty and heavy-duty truck emission and age distribution factors have been taken from U.S. EPA MOBILE 2.

2) Road motor vehicles registration data were taken from Statistics Canada publications (5).

3) Distribution of the truck population is based on historical survey data collected by the Ontario Ministry of Transportation and Communications (6). Environment Canada then applied the same distribution for each truck type for each province.

4) Distances travelled by each vehicle type noted in 1) are based on historical survey data collected by Environment Canada (7). The same distance travelled was used for all years up to 1980.

---

* These factors have been modified to incorporate the best data currently available and may not reflect the values found in the historical documents under references 1, 2, and 3. Consequently the emission estimates differ from what appears in those documents, especially in the case of CO.

5) Data for other transportation sources and stationary sources have been taken from references 1 to 3 and 8 and aggregated into the categories presented in Tables 4 and 5. Forest fires have been excluded from the aggregate emission totals.

References

1. Environment Canada, Air Pollution Control Directorate, A Nationwide Inventory of Emission of Air Contaminants (1974), Report EPS 3-AP-78-2 (1978).
2. Environment Canada, Air Pollution Control Directorate, A Nationwide Inventory of Emissions of Air Contaminants (1976), Report EPS 3-AP-80-1 (1981).
3. Environment Canada, Environmental Protection Programs Directorate, A Nationwide Inventory of Emissions of Air Contaminants (1978), Report EPS 3-EP-83-10 (1983).
4. U.S. Environmental Protection Agency, Compilation of Air Pollutant Emission Factors: Mobile Sources, EPA 460/3-81-005, March 1981.
5. Statistics Canada, Road Motor Vehicles-Registration, Publication No. 53-219 (1974, 1976, 1978, 1980).
6. Ontario Ministry of Transportation and Communications, Licensing and Control Branch, Vehicle Registration Statistics, 1980.
7. Environment Canada, Industrial Programs Branch, Transportation Systems Division, In-Use Vehicles Surveys, 1974-83.
8. Environment Canada, Environmental Protection Programs Directorate, A Nationwide Inventory of Emissions of Air Contaminants (1980), preliminary data.

Environnement Canada
Service de la protection de l'environnement

Environment Canada
Environmental Protection Service

Limitation des émissions atmosphériques polluantes: Véhicules légers

Rapport SPE 2/TS/4
Août 1984

Canada

1885 1985

Centenaire des parcs nationaux

1885

1985

National Parks Centennial

1885–1985: 100 ans de conservation du patrimoine

Le premier parc national du Canada a été aménagé en 1885, à Banff en Alberta. Aujourd'hui il y a des parcs nationaux et des parcs historiques nationaux dans chaque province et territoire. Le centenaire des parcs nationaux représente l'occasion de réaffirmer le désir de préserver notre patrimoine au profit de tous les Canadiens.

LIMITATION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES POLLUANTES: VÉHICULES LÉGERS

Services de la protection de l'environnement
Environnement Canada

Rapport SPE 2/TS/4
Août 1984

Publication distribuée
par le Service de la protection de l'environnement
d'Environnement Canada
Ottawa
K1A 1C8

Édition française de
Air Pollution Emissions and Control: Light Duty Vehicles
préparée par le Module d'édition française
d'Environnement Canada

Commentaire

Tout commentaire relatif au présent rapport doit être adressé à

M. V. Shantora
Direction des programmes industriels
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 1C8

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1984
N° de cat. En 49/2-4 E/F
ISBN 0-662-53284-8
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

RÉSUMÉ

Au Canada, les véhicules légers constituent la principale source d'émission d'oxydes d'azote, de monoxyde de carbone et d'hydrocarbures imbrûlés, résultant des activités humaines. Le lecteur trouvera ici l'apport, tant direct qu'indirect (consécutif au processus de dispersion dans l'atmosphère) de ces émissions à la charge polluante de l'atmosphère dans les centres urbains et leur périphérie, ainsi que leur incidence sur le transport à distance des polluants atmosphériques. Le rapport traite ensuite des réductions qui pourraient découler de l'application de normes plus strictes pour les véhicules légers et des conséquences économiques que ces normes auraient sur l'achat et les coûts de fonctionnement de ces véhicules.

ABSTRACT

In Canada, light duty vehicles are the principal man-made emission source of oxides of nitrogen, carbon monoxide, and hydrocarbons. The contribution of these emissions both directly and indirectly - through secondary atmospheric processes - to the air pollutant burden in and around urban centres and to long range transport impacts is described, as well as the projected decrease in these emissions that would result from applying more stringent emission standards to light duty vehicles. The economic implications of more stringent standards to the purchase and operating costs of light duty vehicles are also considered.

TABLE DES MATIÈRES

Résumé		III
Abstract		IV
Liste des figures		VI
Liste des tableaux		VII
1	Introduction	1
2	Émissions de polluants atmosphériques	3
2.1	Émissions de NO_x, de CO et de HC au Canada	3
2.2	Le secteur des transports	3
2.2.1	Description	3
2.2.2	Données statistiques sur les émissions	3
2.2.3	Projections	4
2.3	Émissions de NO_x dans l'est du Canada	12
3	La qualité de l'environnement au Canada	13
3.1	Émissions de NO_x et pluies acides	13
3.2	Qualité de l'air	14
3.2.1	Mesures	14
3.2.2	Objectifs nationaux sur la qualité de l'air ambiant	14
3.3	Données antérieures/actuelles sur la qualité de l'air	15
3.3.1	Ozone	15
3.3.2	Monoxyde de carbone	22
3.3.3	Dioxyde d'azote	23
3.3.4	Hydrocarbures	25
4	L'industrie de l'automobile	26
4.1	Normes d'émission	26
4.1.1	Voitures particulières à essence	26
4.1.2	Voitures particulières à moteur diesel	26
4.1.3	Camions légers à essence	26
4.1.4	Pertes par évaporation	28
4.1.5	Production nord-américaine de véhicules légers	28
4.2	Techniques et coûts pour satisfaire aux normes proposées: voitures particulières	28
4.2.1	Équivalent de l'augmentation du prix de détail	28
4.2.2	Équivalent de l'augmentation du prix de détail moyen	29
4.2.3	Décomposition du prix de détail équivalent	29
4.2.4	Délai	31
5	Les raffineries	33
6	Conclusions	35
Références		37
Annexe		41

LISTE DES FIGURES

1	Émissions de NO_x enregistrées et projetées pour l'ensemble du Canada	8
2	Émissions des HC enregistrées et projetées pour l'ensemble du Canada, dans le secteur des transports	10
3	Émissions de CO enregistrées et projetées pour l'ensemble du Canada, dans le secteur des transports	11
4	Monoxyde de carbone: teneur moyenne sur 1 heure dans les stations du réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (1974 à 1982)	24

LISTE DES TABLEAUX

1	Émissions de NO_x au Canada en 1980	4
2	Émissions de HC au Canada en 1980	5
3	Émissions de CO au Canada en 1980	6
4	Émissions d'oxydes d'azote, d'hydrocarbures et de monoxyde de carbone à l'échelle nationale	7
5	Émissions d'oxydes d'azote, d'hydrocarbures et de monoxyde de carbone dans l'est du Canada	7
6	Émissions de NO_x dans l'est du Canada, en 1980	12
7	Objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant pour le monoxyde de carbone, le dioxyde d'azote et l'ozone	16
8	Teneurs moyennes annuelles d'ozone: 1979 à 1982	16
9	Ozone: dépassement, en pourcentage, des teneurs admissibles sur 24 h, dans diverses villes canadiennes	17
10	Ozone: dépassement, par station, de la teneur maximale acceptable et du maximum admissible sur 1 heure, par rapport aux objectifs de la qualité de l'air, pour diverses villes et régions du Canada de 1977 à 1982	18
11	Occurrence de divers épisodes de pollution aiguë par l'ozone	21
12	O_3; nombre de jours-épisodes par an dans certaines régions du Canada: 1977 à 1982	22
13	Teneurs annuelles moyennes en monoxyde de carbone: 1973 à 1982	23
14	Teneurs annuelles moyennes en dioxyde d'azote: 1977 à 1982	25
15	Normes sur les émissions des véhicules (g/km)	27
16	Équivalent moyen de l'augmentation du prix de détail	30
17	Éléments du prix de détail équivalent	31

1 INTRODUCTION

En collaboration avec le ministère des Transports, Environnement Canada examine actuellement les conséquences de l'introduction, au Canada, de normes d'émission plus strictes pour les véhicules légers neufs (1). Par véhicule léger, on entend les voitures fonctionnant à l'essence ou au mazout léger et les camions légers. Les normes canadiennes actuellement en vigueur pour les véhicules neufs datent de 1975; les normes à l'étude sont celles adoptées en 1981 par les États-Unis (voir section 4). Le lecteur trouvera ici un résumé de l'information présentée ailleurs sur le sujet et un énoncé des données de base et motifs justifiant les changements projetés.

Les gaz d'échappement des véhicules légers contiennent trois des principaux polluants atmosphériques, à savoir du monoxyde de carbone (CO), des hydrocarbures (HC) et des NO_X (monoxyde et dioxyde d'azote). L'évaporation de l'essence contenue dans le réservoir et le carburateur du véhicule entraîne de son côté des émissions d'hydrocarbures. Les quantités de ces polluants déchargés dans l'atmosphère par les véhicules légers au Canada, en 1980, sont estimées à 4 719 000 t de CO, 460 000 t de HC et 356 000 t de NO_X, ce qui représente respectivement 45 %, 23 % et 20 % environ des émissions d'origine humaine en territoire canadien.

Il existe également des sources naturelles de ces polluants. À titre d'exemple, on estime à 260 000 tonnes par an les émissions naturelles de CO au Canada (3) et entre un million (4) et 2,7 millions (5) de tonnes par an celles de NO_X. Selon les chiffres les plus récents (4), les émissions de NO_X attribuables aux véhicules légers représentent 12 % par rapport à l'ensemble des émissions naturelles et anthropiques de ce polluant en territoire canadien. À signaler cependant que les émissions naturelles de NO_X et de CO sont réparties à peu près uniformément dans le pays tandis que celles d'origine humaine sont habituellement concentrées dans les régions urbaines. Les teneurs atmosphériques beaucoup plus élevées en NO_X et en CO dans les villes en sont la preuve (NO_X: $0{,}023 \times 10^{-6}$; CO: $1{,}3 \times 10^{-6}$ (6) comparativement à NO_X: $0{,}001 \times 10^{-6}$ (4); CO: $0{,}25 \times 10^{-6}$ (7) en campagne).

Les émissions de HC des véhicules à essence comprennent des composés tels que le méthane, l'éthane, l'acétylène, le propylène et le benzène, ainsi que les composés oxygénés tels les aldéhydes, les cétones, les esters, les acides et les phénols (8). On sait

que le CO et les NO_x sont des polluants atmosphériques néfastes pour la végétation, la santé, le confort et le bien-être des humains (9); cependant, on ne sait pas dans quelle mesure les émissions d'hydrocarbures par les véhicules légers ont un impact direct sur l'environnement. On sait par contre qu'ils sont indirectement la cause d'effets néfastes importants (9) en raison de leur rôle majeur dans la formation des oxydants photochimiques (10, 11). Ces oxydants sont produits dans l'atmosphère par une série de réactions complexes et interdépendantes entre les NO_x et les hydrocarbures* actifs sous l'action de la lumière solaire (12). Bien qu'on ait constaté que le monoxyde de carbone donnait lieu à des réactions photochimiques semblables avec les NO_x, il n'entraîne qu'une formation négligeable d'oxydants avec les hydrocarbures (13). Au nombre des polluants secondaires formés au cours des réactions photochimiques figurent l'ozone, les composés N-nitrosés et le nitrate de peroxyacétyle (PAN) ainsi que l'acide nitrique et les nitrates inorganiques (14). Habituellement, l'ozone représente environ 90 % de tous les oxydants et puisqu'on peut le mesurer plus facilement que les autres oxydants photochimiques, sa teneur sert d'indicateur ou de substitut pour tous les composés oxydants. Tout comme dans le cas des NO_x et du CO, les teneurs en ozone de l'air ambiant dans les centres urbains et sous le vent sont plus élevées que dans les zones où l'atmosphère n'est pas polluée. En règle générale, les polluants atmosphériques émis par les véhicules légers influencent la qualité de l'environnement de trois façons: les émissions de NO_x jouent un rôle considérable dans le problème des dépôts acides; les émissions de NO_x et de HC combinées favorisent la formation d'ozone et d'oxydants photochimiques et, enfin, les trois principaux polluants (CO, NO_x et HC) et l'ozone résultant des réactions photochimiques accentuent la charge polluante atmosphérique dans les villes.

---

* L'activité d'un hydrocarbure se mesure par ses effets sur le taux de formation d'ozone sous l'action de la lumière solaire, en présence de NO_x et d'air. Parmi les composés organiques très actifs, on trouve les oléfines et les aldéhydes, tandis que, par exemple, le méthane, l'éthane et le benzène sont peu ou très peu actifs.

2 ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

2.1 Émissions de NO_X, de CO et de HC au Canada

Les émissions estimatives de NO_X, de HC et de CO en 1980 sont consignées dans les tableaux 1, 2 et 3 (2). Comme le lecteur le notera sans doute, un vaste éventail de sources contribue aux émissions totales sur l'ensemble du territoire canadien pour chacun de ces polluants. Les véhicules légers constituent cependant la principale source et les pages qui suivent porteront surtout sur les transports en général et les véhicules légers, en particulier.

2.2 Le secteur des transports

2.2.1 Description. Aux fins des présentes, le secteur des transports, au Canada, a été divisé en deux groupes soit: 1) véhicules légers; et 2) autres moyens de transport. Ce dernier groupe comprend les camions moyens ou lourds fonctionnant à l'essence, les camions diesel lourds, les avions, les navires, les chemins de fer, ainsi que divers autres moyens de transport mus par des moteurs à essence.

2.2.2 Données statistiques sur les émissions. Le lecteur trouvera aux tableaux 4 et 5 un résumé des émissions de NO_X, de CO et de HC entre 1974 et 1980, pour l'ensemble du Canada et l'est du pays (Ontario, Québec, Provinces maritimes). Pour la méthodologie utilisée pour établir les émissions du secteur des transports, consulter l'annexe.

Durant la période en question, environ 60 % des émissions de NO_X, entre 75 et 85 % des émissions de CO, et entre 40 à 53 % des émissions de HC provenaient du secteur des transports (tableau 4). Dans les trois cas, les véhicules légers étaient les principaux pollueurs et représentaient en moyenne environ 35 % des émissions de NO_X et 66 % des émissions de CO et de HC attribuables au secteur des transports. Dans le cas du deuxième groupe, les camions diesel lourds et les autres modes de transport non routier mus par moteur diesel ont émis beaucoup de NO_X, tandis que les camions légers ou lourds à essence ont dégagé beaucoup de CO et de HC. Au cours de la période étudiée, les dégagements de NO_X par les véhicules légers sont demeurés relativement constants, mais ceux de CO et de HC ont diminué de façon appréciable.

Tableau 1 Émissions de NO_x* au Canada en 1980

Sources	Émissions (kilotonnes)	% du total
Production d'électricité		
- Hydro-Ontario	101,3	5,8
- Société d'électricité de la Nouvelle-Écosse	31,0	1,8
- Électricité Nouveau-Brunswick	16,6	1,0
- Centrales albertaines	52,9	3,0
- Autres	27,6	1,6
Brûlage de combustibles fossiles		
- Raffineries	34,9	2,0
- Traitement du gaz naturel	129,4	7,4
- Autres industries		
- Résidus pétroliers	50,4	3,1
- Autres combustibles	53,6	2,1
- Commerce	36,5	2,1
- Résidences (bois de chauffage compris)	50,1	2,9
Transports		
- Véhicules légers	355,7	20,4
- Camions moyens à essence		
- Camions lourds à essence	209,9	12,0
- Camions lourds diesel		
- Avions, navires, chemins de fer	180,1	10,3
- Autres moteurs diesel (ex.: mines, exploitations forestières)	176,6	10,1
- Autres moteurs à essence	149,6	8,6
Autres industries		
- Fonderies de métaux non ferreux	9,9	0,6
- Raffineries de pétrole	5,6	0,3
- Sables bitumineux	24,4	1,4
- Autres	23,0	1,3
- Divers	23,2	1,3
Émissions totales	1742,3	

* Oxydes d'azote exprimés en NO_2

Tableau 2 Émissions de HC au Canada en 1980

Sources	Émissions (kilotonnes)	% du total
Procédés industriels		
- Raffinage du pétrole	134,0	6,8
- Pétrochimie	211,4	10,7
- Autres	226,8	11,5
Production d'électricité	5,8	0,3
- Brûlage de combustibles fossiles	45,4	2,3
- Traitement du gaz naturel	15,9	0,8
- Autres		
Transports		
- Véhicules légers	460,2	23,3
- Camions moyens		
- Camions lourds à essence	140,5	7,1
- Camions lourds diesel		
- Avions, navires, chemins de fer	86,8	4,4
- Autres	109,7	5,5
Divers		
- Distribution de l'essence et du mazout légers	235,7	11,9
- Revêtements et enduits	141,6	7,2
- Solvants	76,7	3,9
- Autres	87,9	4,4
Émissions totales	1978,4	

Pour l'est du Canada, et pour la même période, les chiffres suivent d'assez près la moyenne nationale (tableau 5). Cependant, cette région du pays est responsable des deux tiers environ des émissions attribuées aux véhicules légers pour l'ensemble du territoire canadien et d'approximativement la moitié des émissions des autres moyens de transport (groupe 2), et ce pour les trois polluants.

Tableau 3 Émissions de CO au Canada en 1980

Sources	Émissions (kilotonnes)	% du total
Procédés industriels		
- Industrie sidérurgique (y compris cokeries)	269,4	2,6
- Raffinage du pétrole	173,6	1,7
- Fabrication de l'aluminium	149,0	1,4
- Noir de carbone	112,0	1,1
- Autres	81,9	0,8
Production d'électricité	20,3	0,2
Brûlage de combustibles		
- Bois de chauffage	392,7	3,8
- Autres	68,3	0,7
Transports		
- Véhicules légers	4719,2	45,1
- Camions moyens - Camions lourds à essence - Camions lourds diesel	1716,0	16,4
- Avions, navires, chemins de fer	304,3	2,9
- Autres	1036,5	9,9
Divers		
- Brûlage de déchets forestiers	1040,6	9,9
- Autres	385,1	3,7
Émissions totales	10468,9	

2.2.3 Projections. Les projections pour les émissions de CO, de NO_x et de HC par le secteur des transports jusqu'à la fin du siècle, sont fondées sur deux scénarios:

- maintien des normes canadiennes actuelles pour les véhicules légers c'est-à-dire observer le statu quo;
- adoption par le Canada d'ici 1987, des normes étatsuniennes de 1981 sur les dégagements.

Tableau 4 Émissions d'oxydes d'azote, d'hydrocarbures et de monoxyde de carbone à l'échelle nationale (en kilotonnes)

Sources	1974			1976			1978			1980		
	NO_x	HC	CO	NO_x	HC	CO	NO_x	HC	CO	NO_x	HC	CO
Véhicules légers	334	751	7 056	355	591	6 241	374	578	6 101	356	460	4 719
Autres modes de transport	569	259	2 936	654	327	3 298	679	303	3 180	716	337	3 057
Sources fixes	618	899	1 867	703	1 006	1 742	723	1224	2 012	670	1 181	2 693
TOTAL	1 521	1 909	11 859	1 712	1 924	11 281	1 776	2 105	11 293	1 742	1 978	10 469

Tableau 5 Émissions d'oxydes d'azote, d'hydrocarbures et de monoxyde de carbone dans l'est du Canada* (en kilotonnes)

Sources	1974			1976			1978			1980		
	NO_x	HC	CO	NO_x	HC	CO	NO_x	HC	CO	NO_x	HC	CO
Véhicules légers	230	519	4 859	240	401	4 207	247	385	4 031	234	305	3 091
Autres modes de transport	291	127	1 343	334	173	1 525	350	144	1 352	351	179	1 519
Sources fixes	385	627	1 077	399	699	1 194	414	688	1 392	361	626	1 646
TOTAL	906	1 273	7 279	973	1 273	6 926	1 011	1 217	6 775	946	1 110	6 256

* Ontario, Québec et provinces de l'Atlantique

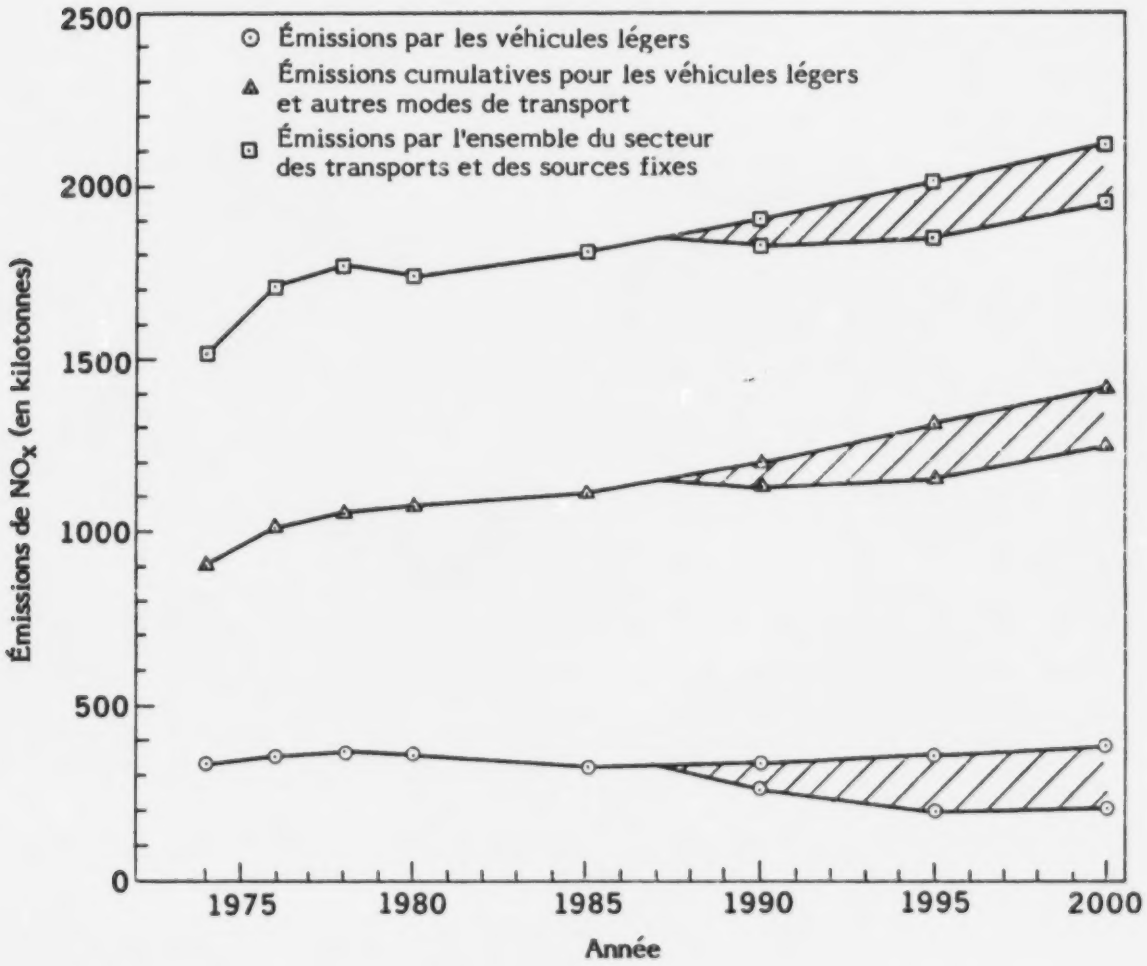

Figure 1 Émissions de NO_x enregistrées et projetées pour l'ensemble du Canada

Pour établir les projections du secteur des transports advenant le statu quo, nous avons posé les hypothèses suivantes:

1) pas de changement dans les normes actuelles de dégagement, le taux de modification, la répartition de la vitesse ou de l'âge des véhicules;

2) augmentation au rythme de 1,5 % par an du facteur nombre de véhicules X distance parcourue pour les véhicules légers et tous les camions moyens ou lourds, à partir de 1980;
3) les émissions des autres sources comprises dans le secteur des transports sont fondées sur les prévisions d'utilisation du carburant (16) préparées par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, ainsi que sur l'analyse des tendances faites par Environnement Canada d'après les données statistiques sur les émissions.

NO_X. Une projection, jusqu'à la fin du siècle et pour l'ensemble du pays, des émissions de NO_X dégagées par les véhicules légers, les autres moyens de transport et les sources fixes, apparaît à la figure 1 (17). Si l'on ne fait rien, les émissions de NO_X par les véhicules légers devraient demeurer assez près du niveau de 1980, soit environ 350 kilotonnes par an; il en irait de même des émissions de NO_X par les sources fixes qui devraient se maintenir aux alentours des 700 kilotonnes par an (17). Par contre, on prévoit que les émissions de NO_X par les autres sources du secteur des transports passeront de 716 kilotonnes en 1980 à 1039 kilotonnes en l'an 2000.

Si les normes étatsuniennes de 1981 relatives aux véhicules légers sont adoptées en 1987, on estime qu'en l'an 2000, les dégagements de NO_X par les véhicules légers seront d'environ 45 % inférieurs à ce qu'ils seraient si le statu quo était maintenu. Cela permettra de réduire de 8 % les émissions totales de NO_X au niveau national, prévues pour l'an 2000. Ce n'est qu'alors qu'on commencera à stopper l'augmentation des émissions de NO_X par le secteur des transports dans son ensemble.

HC. Si les normes restent inchangées, les dégagements d'hydrocarbures dans le secteur des transports devraient continuer à diminuer jusqu'aux environs de 1990 (par rapport au sommet atteint au milieu des années 70), puis remonter graduellement jusqu'à la fin du siècle (figure 2). Les émissions d'hydrocarbures par les véhicules légers suivent une courbe semblable et devraient représenter environ 280 des 724 kilotonnes prévues pour le secteur des transports en l'an 2000. L'adoption de la norme étatsunienne permettrait de réduire d'environ 50 % les dégagements d'hydrocarbures par les véhicules légers estimés pour l'an 2000 par rapport aux chiffres estimés advenant le statu quo; la charge totale d'hydrocarbures émis par le secteur des transports baisserait pour sa part de 724 kt à 591 kt, soit une réduction de 18 %.

CO. Dans le cas du CO, la situation est semblable à celle des HC: dans le premier scénario, on assiste d'abord à une diminution des émissions jusqu'aux environs de 1985 puis

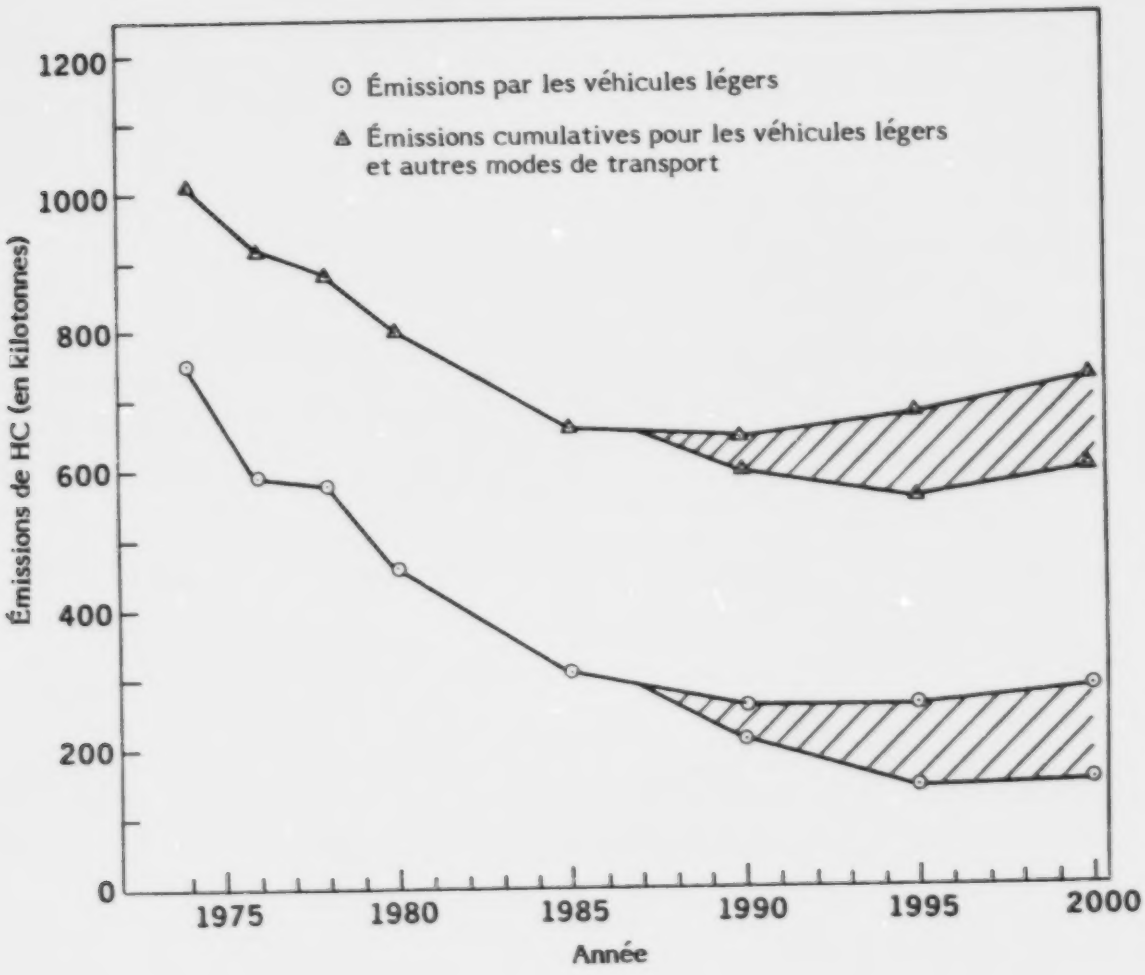

Figure 2 Émissions de HC enregistrées et projetées pour l'ensemble du Canada, dans le secteur des transports

à une remontée jusqu'à l'an 2000, année où les émissions de CO pour le secteur des transports sont estimées à 8,2 millions de tonnes (voir figure 3). Les émissions de CO par les véhicules légers devraient atteindre un plancher d'environ 3,8 millions de tonnes en 1985 et remonter jusqu'à approximativement 4,6 millions de tonnes en l'an 2000. Le second scénario permettrait de réduire les émissions des véhicules légers à environ 2,2 millions de tonnes (c.-à-d. d'environ 50 %) en l'an 2000 et d'abaisser les émissions totales de CO pour le secteur des transports d'environ 30 %, cette année-là.

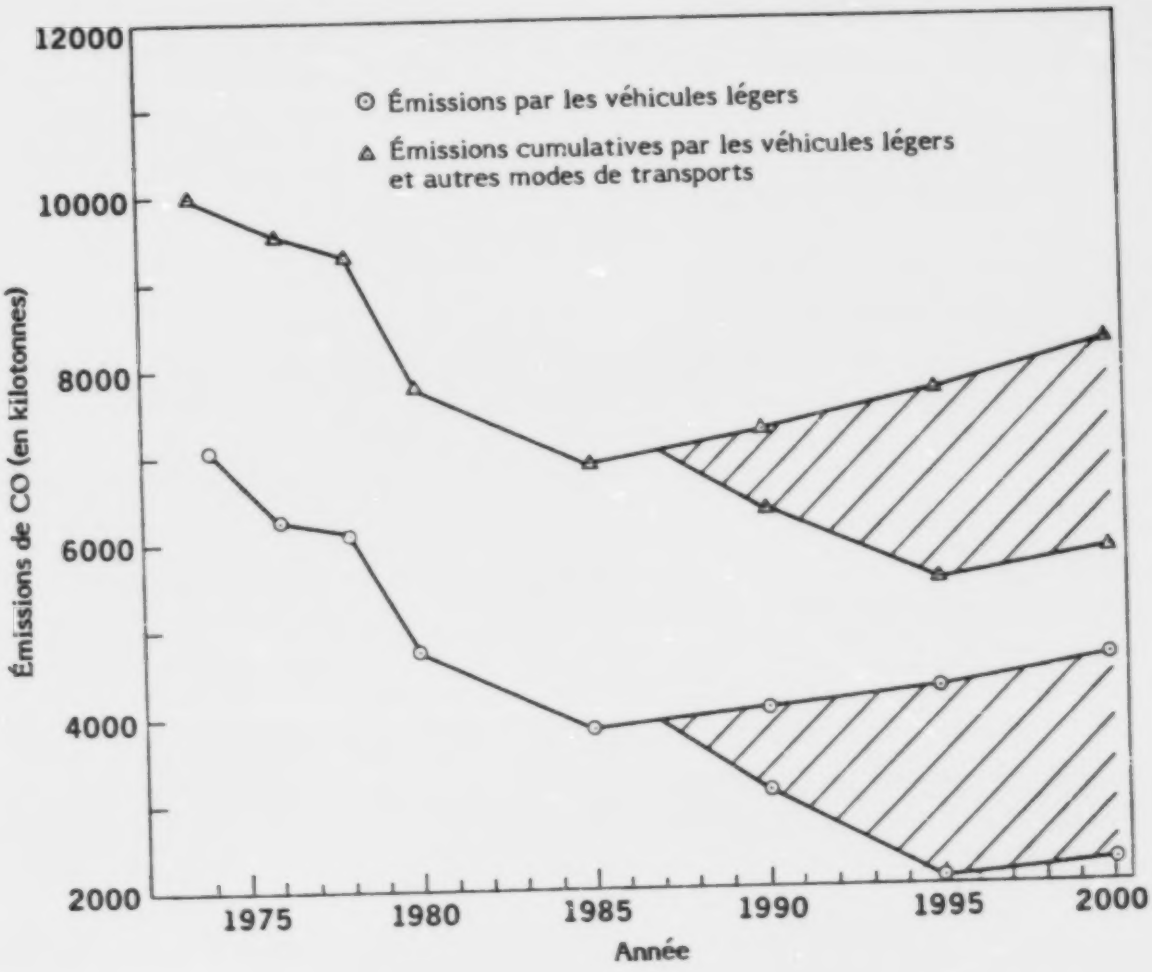

Figure 3 Émissions de CO enregistrées et projetées pour l'ensemble du Canada, dans le secteur des transports

Les figures 2 et 3 n'indiquent pas l'apport des sources fixes en HC et CO; on estime que les émissions de ces sources demeureront sensiblement les mêmes qu'à l'heure actuelle. Les transports resteront le principal secteur de dégagement de CO. Dans le cas des HC, la situation pourrait être quelque peu différente en raison des fermetures dans le secteur des raffineries et de la pétrochimie.

Dans l'est du Canada, si l'on optait pour le statu quo, les émissions de NO_x, de HC et de CO attribuables aux transports suivront les courbes statistiquement établies, c'est-à-dire que, dans les trois cas, les émissions des véhicules légers pour cette région

représenteront environ les deux tiers des émissions pour l'ensemble du Canada; les autres éléments du secteur des transports, dans l'est toujours, compteront pour la moitié environ des émissions de ce secteur à l'échelle du pays. Cependant, si les normes étatsuniennes relatives aux véhicules légers étaient adoptées en 1987, les dégagements de NO_x, de HC et de CO dans l'est du Canada devraient, en l'an 2000, diminuer d'environ 50 % par rapport à ce qu'ils seraient si les normes restaient inchangées. Pour l'ensemble du secteur des transports, les émissions de ces trois polluants seraient respectivement réduites d'environ 15 %, 20 % et 33 %. Tel que mentionné précédemment, on a estimé que les normes proposées entraîneraient en l'an 2000 une diminution d'environ 8 % des émissions totales de NO_x (toutes les sources) dans l'est du Canada.

2.3 Émissions de NO_x dans l'est du Canada

Afin que le lecteur ait une meilleure idée du rôle des véhicules légers dans les émissions de NO_x dans l'est du Canada, le tableau 6 montre les émissions par secteur et le pourcentage de celles-ci par rapport aux émissions totales pour ladite région.

Tableau 6 Émissions de NO_x dans l'est du Canada* en 1980

Secteur	Émissions de NO_x (kilotonnes)	% du total
Fonderies de métaux non ferreux	8	0,8
Production d'électricité	159	16,8
Brûlage de combustibles	171	18,1
Transports		
Véhicules légers	234	24,7
Camions légers et lourds à essence et camions lourds diesel	111	11,7
Avions, navires, chemins de fer	100	10,6
Autres	140	14,8
Autres sources industrielles	23	2,4
TOTAL	946	100

* Ontario, Québec et provinces de l'Atlantique.

3 LA QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT AU CANADA

3.1 Émissions de NO_x et pluies acides

On sait que la nature des particules ionisées présentes dans les pluies acides varie tant dans l'espace que dans le temps, mais des études ont montré que dans le nord-est des États-Unis et l'est du Canada, et sur une base annuelle, les sulfates et les nitrates contribuent dans une proportion d'environ 65 % et 35 % respectivement à l'acidité des précipitations (18 et 19). On ne possède pas encore de modèles atmosphériques permettant de dégager un rapport détaillé et quantitatif entre les émissions de NO_x et les dépôts acides; cependant, si l'on admet l'hypothèse simplifiée que l'apport des nitrates aux pluies acides est linéairement fonction des émissions de NO_x, on pourrait alors déduire d'après le tableau 6 que l'apport des véhicules légers (principale source individuelle de NO_x dans le secteur des transports) compterait pour environ 9 % de l'acidité des précipitations.

D'après ce que l'on sait, les nitrates se forment plus rapidement dans l'atmosphère que les sulfates et ils se déposent plus près du point source (20). En conséquence, on peut conclure qu'une diminution appréciable des émissions de NO_x au Canada entraînerait une diminution correspondante des dépôts de nitrates en territoire canadien. Tel n'est pas le cas pour les émissions de SO_2 car pour atteindre l'objectif fixé pour les sulfates, il faut en partie compter sur une diminution des émissions aux États-Unis.

Les nitrates constituent des oligo-éléments pour les plantes terrestres ou aquatiques et peuvent être fixés par elles en période de croissance. Il y a donc neutralisation des dépôts d'acide nitrique. Dans des conditions normales de croissance, la plus grande partie des nitrates assimilables est généralement absorbée. Mais pendant les mois d'hiver où l'activité biologique est à son plus bas, il se produit une accumulation de sulfates et de nitrates dans l'épaisse couche de neige qui recouvre le sol. Au début du printemps, lorsque cette neige commence à fondre, il y a libération soudaine d'acidité, phénomène communément appelé "effet de choc printanier". Ce phénomène se produit à une époque où de nombreuses espèces aquatiques sont particulièrement sensibles et peut causer la mort ou la déformation des poissons, du fretin et autres amphibiens. Des études menées en Norvège et en Suède ainsi que dans le nord des États-Unis et l'est du Canada, témoignent de cette baisse du pH qui se traduit par une augmentation nette des ions hydrogène dans les eaux de surface.

L'effet de choc est fonction de nombreux facteurs, peu importe l'année, notamment: l'épaisseur de la couche de neige, les variations quotidiennes de la température (gel-dégel), les formations géologiques et la composition du sol de la région, et les quantités de polluants ayant donné lieu à la formation de composés acides.

Bien qu'on se soit jusqu'à maintenant beaucoup occupé de réduire les émissions de dioxyde de soufre, il y aurait également lieu de limiter celles de NO_x en raison de leur rôle dans l'abaissement du pH occasionné par la fonte des neiges. Dans les eaux de surface dont l'acidité est déjà intensifiée par des quantités excessives de sulfates, l'abaissement du pH augmente l'acidité à des niveaux qui peuvent avoir des conséquences graves. Cet abaissement survient tel que déjà dit à une étape délicate de la vie de nombreux organismes aquatiques, même si l'acidité moyenne à long terme peut être tolérée par un biotope normal.

3.2 Qualité de l'air

3.2.1 Mesures. Au Canada, la qualité de l'air fait l'objet d'une surveillance permanente, grâce au Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA) et les réseaux provinciaux de surveillance atmosphérique. Le RNSPA, qui fonctionne avec l'aide des provinces, doit fournir des données sur la qualité de l'air des villes et préciser les tendances de la qualité de l'air dans l'ensemble du pays, à l'intention des deux paliers de gouvernement. Par ailleurs, les réseaux provinciaux, dont l'ampleur et la portée varient, sont conçus en fonction des besoins régionaux et locaux précis d'une province en matière d'information sur la qualité de l'air.

3.2.2 Objectifs nationaux sur la qualité de l'air ambiant (ONQAA). Au Canada, le fondement législatif des objectifs nationaux sur la qualité de l'air ambiant découle de la Loi sur la lutte contre la pollution atmosphérique; les objectifs se fondent sur trois niveaux de qualité de l'air ambiant:

- Teneur maximale souhaitable: définit les objectifs de qualité de l'air à long terme et sert de fondement pour la lutte contre la pollution dans les régions non polluées du pays, et pour la mise au point de techniques permettant de maîtriser le problème;

- Teneur maximale acceptable: vise à protéger adéquatement contre les effets néfastes de la pollution atmosphérique sur le sol, l'eau, la végétation, les matériaux, les animaux, la visibilité, le confort et le bien-être des humains;
- Teneur maximale admissible (en fonction du temps): teneur de l'air en un polluant donné au-delà de laquelle la marge de sécurité risque d'être dépassée et qui commande des mesures appropriées afin de protéger la santé de la population.

C'est au Comité fédéral-provincial sur la pollution atmosphérique qu'il appartient de recommander au ministre de l'Environnement de rendre publiques les teneurs ambiantes de chacun des polluants par rapport à ces objectifs; les recommandations sont fondées sur un examen poussé des effets qu'a un polluant sur la santé et l'environnement. Les données du type que l'on trouve au document de référence nº 9 sont importantes pour décider des teneurs qui permettront d'atteindre les objectifs visés.

Le lecteur trouvera au tableau 7 les ONQAA fixés pour les polluants émis par les véhicules légers, (monoxyde de carbone, dioxyde d'azote et ozone). Aucun objectif n'a été établi pour les hydrocarbures.

3.3 Données antérieures/actuelles sur la qualité de l'air

3.3.1 Ozone. Le Réseau ne dispose de données complètes et valables sur l'ozone que depuis 1979; le lecteur trouvera au tableau 8 les teneurs moyennes annuelles en ozone de 1979 à 1982. Aucun changement significatif n'est intervenu pendant cette période: la teneur maximum acceptable pour une année a été dépassée dans environ 30 % des stations.

Le tableau 9 indique le pourcentage de lectures du Réseau, de 1979 à 1982 et pour diverses villes canadiennes, où la teneur maximale acceptable sur 24 heures a été dépassée. À remarquer que dans les villes ayant plusieurs stations, les auteurs ont établi une moyenne; en outre, afin d'éviter de fausser les résultats, seules figurent au tableau 9 les stations pour lesquelles on disposait de suffisamment de données pour calculer une moyenne annuelle valable. Ce tableau montre clairement que les lectures supérieures à la teneur maximale acceptable sur 24 heures sont la règle plutôt que l'exception.

Le tableau 10 présente le taux de dépassement du maximum acceptable et admissible sur 1 heure, pour diverses villes et régions du Canada et par station de surveillance, entre

Tableau 7 Objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant pour le monoxyde de carbone, le dioxyde d'azote et l'ozone

Polluant atmosphérique	Teneur maximale souhaitable	Teneur maximale acceptable	Teneur maximale admissible
Monoxyde de carbone			
Teneur moyenne sur 8 h	5 ppm	13 ppm	17 ppm
Teneur moyenne sur 1 h	13 ppm	31 ppm	-
Oxydants (ozone)			
Moyenne arithmétique annuelle	-	0,015 ppm	-
Teneur moyenne sur 24 h	0,015 ppm	0,025 ppm	-
Teneur moyenne sur 1 h	0,05 ppm	0,08 ppm	0,15 ppm
Dioxyde d'azote			
Moyenne arithmétique annuelle	0,03 ppm	0,05 ppm	-
Teneur moyenne sur 24 h	-	0,11 ppm	0,16 ppm
Teneur moyenne sur 1 h	-	0,21 ppm	0,53 ppm

Tableau 8 Teneurs moyennes annuelles d'ozone: 1979 à 1982

Année	Nombre de stations	Moyenne de la moyenne annuelle	Pourcentage de stations dont la moyenne annuelle est inférieure aux valeurs indiquées (pmm d'O_3)			
			90 %	75 %	50 %	25 %
1979	39	0,015	0,020	0,018	0,015	0,012
1980	41	0,016	0,021	0,020	0,016	0,012
1981	35	0,015	0,020	0,018	0,015	0,012
1982	40	0,016	0,021	0,019	0,016	0,013

Tableau 9 Ozone: dépassement, en pourcentage, des teneurs admissibles sur 24 h, dans diverses villes du Canada

Ville	1979		1980		1981		1982	
	Nombre de stations	%	Nombre de stations	%	Nombre de stations	%	Nombre de stations	%
Saint-Jean (Nouveau-Brunswick)	(1)	INV	(1)	34,1	(1)	14,8	(1)	32,9
Montréal (Québec)	(7)	11,1	(8)	11,7	(5)	10,7	(6)	18,8
Québec (Québec)	(1)	1,8	(1)	1,8	(2)	3,4	(2)	18,8
Ottawa (Ontario)	(2)	14,7	(3)	16,0	(3)	7,9	(3)	12,1
Windsor (Ontario)	(1)	17,4	(1)	28,8	(1)	26,7	(1)	23,3
Toronto (Ontario)	(7)	10,0	(7)	11,3	(5)	10,3	(7)	9,5
Sudbury (Ontario)	(1)	16,2	(1)	6,8	(1)	10,0	(1)	11,0
London (Ontario)	(1)	15,2	(1)	21,8	(1)	25,3	(1)	31,4
Sarnia (Ontario)	(1)	40,5	(1)	33,7	(1)	29,6	(1)	39,1
Cornwall (Ontario)	(1)	36,9	(1)	40,6	(1)	35,9	(1)	32,0
St. Catherines (Ontario)	(1)	20,5	(1)	25,3	(1)	24,0	(1)	33,1
Winnipeg (Manitoba)	(2)	17,1	(2)	24,4	(2)	11,3	(1)	9,2
Régina (Saskatchewan)	(1)	23,2	(1)	37,1	(1)	INV	(1)	25,6
Edmonton (Alberta)	(2)	19,0	(2)	11,9	(2)	15,9	(2)	24,1
Calgary (Alberta)	(1)	44,3	(2)	19,6	(2)	16,6	(2)	23,8
Vancouver (C.-B.)	(4)	6,6	(4)	7,0	(1)	3,0	(3)	4,5
Victoria (C.-B.)	(1)	11,7	(1)	INV	(1)	INV	(1)	11,0

INV: NON VALABLE (Les données étaient insuffisantes pour calculer une moyenne annuelle valable.)

Tableau 10 Ozone: dépassement, par station, de la teneur maximale acceptable et du maximum admissible, sur 1 heure, par rapport aux objectifs de la qualité de l'air, pour diverses villes et régions du Canada (de 1977 à 1982)

Ville/ Région	1977			1978			1979		
	Nbre de stations	Max. acc. sur 1 h	Max. adm. sur 1 h	Nbre de stations	Max. acc. sur 1 h	Max. adm. sur 1 h	Nbre de stations	Max. acc. sur 1 h	Max. adm. sur 1 h
Toronto (a)	6	14	0	6	78	0	6	30	<1
Montréal (a)	-	-	-	-	-	-	9	29	<1
Vancouver (a)	-	-	-	10	26	1	10	21	1
Edmonton (a)	-	-	-	2	4	0	3	10	<1
Winnipeg (b)	-	-	-	-	-	-	2	0	0
Calgary (b)	-	-	-	-	-	-	3	9	1
Ottawa (b)	-	-	-	-	-	-	2	12	0
Sud-ouest ontarien (c)	6	185	9	7	155	13	8	70	3
Centre-ouest ontarien (c)	4	87	2	4	188	11	6	43	2
Centre de l'Ontario (c)	4	52	3	5	130	7	4	74	7
Sud-est ontarien (c)	2	23	0	3	155	11	3	20	0
Nord-est ontarien (c)	1	14	0	1	38	0	1	15	0

- = Pas de données.

(a) = Davis, C.S. et coll., rapport définitif: Proposed Automobile Emissions Standards, Concord Scientific Corp., rapport présenté à Environnement Canada (1984).

(b) = Environnement Canada, National Air Pollution Surveillance, résumés annuels 1979, 1980, 1981 et 1982.

Tableau 10 (suite)

Ville/ Région	1980			1981			1982 (d)		
	Nbre de stations	Max. acc. sur 1 h	Max. adm. sur 1 h	Nbre de stations	Max. acc. sur 1 h	Max. adm. sur 1 h	Nbre de stations	Max. acc. sur 1 h	Max. adm. sur 1 h
Toronto (a)	6	26	0	6	22	0	7	10	0
Montréal (a)	9	15	0	9	21	<1	9	19	<1
Vancouver (a)	11	25	1	10	46	6	10	8	0
Edmonton (a)	3	0	0	3	16	0	2	7	0
Winnipeg (b)	2	3	0	2	0	0	2	0	0
Calgary (b)	2	1	0	2	2	0	2	6	0
Ottawa (b)	3	18	0	3	0	0	3	8	0
Sud-ouest ontarien (c)	7	100	2	-	-	-	-	-	-
Centre-ouest ontarien (c)	6	87	1	-	-	-	-	-	-
Centre de l'Ontario (c)	4	34	2	-	-	-	-	-	-
Sud-est ontarien (c)	1	26	0	-	-	-	-	-	-
Nord-est ontarien (c)	1	7	0	-	-	-	-	-	-

(c) = Mukammel, E., "Report on Oxidant Climatology of Ontario", rapport du Service de l'environnement atmosphérique (1984).

(d) = Toutes les données de 1982 sont extraites du résumé annuel 1982 du Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique.

1977 et 1982. Ces taux sont dérivés des relevés effectués par les stations du Réseau dans les centres urbains (complétés par les données municipales dans le cas de Montréal et de Vancouver) et par les stations provinciales, dans les régions urbaines et rurales de l'Ontario. On y donne également le nombre de stations de surveillance pour chaque année où des données étaient disponibles. Il est impossible de dégager une tendance générale pour les teneurs en ozone; les variations annuelles sont régies dans une large mesure par des facteurs météorologiques (15). Cependant, une analyse préliminaire des données fournies par le Réseau en 1983 montre que la fréquence de dépassement de l'objectif maximal acceptable sur 1 heure pour l'ozone, dans la plupart des stations de l'Ontario, sera la plus élevée depuis 1978.

Les données sur l'ozone fournies par diverses stations de surveillance (Vancouver, Ontario, Montréal-Québec, Nouveau-Brunswick et Nouvelle-Écosse) ont été analysées en fonction de critères pertinents pour définir les épisodes de pollution aiguë par l'ozone. Le lecteur trouvera au tableau 11 la terminologie des types d'épisodes et leur nombre et, au tableau 12, le nombre annuel de jours-épisodes, par région, de 1977 à 1982.

D'après le nombre de dépassements, par stations, de la teneur horaire maximale prévue par les objectifs de qualité de l'air ambiant et en fonction du nombre de jours-épisodes par an, on peut distinguer au Canada quatre zones où les effets de l'ozone se font sentir.

(a) Sud de l'Ontario et du Québec (plus particulièrement le corridor qui s'étend de Windsor à Québec).
Pour la période pour laquelle existent des données, il y a eu annuellement de 15 à 190 dépassements (par station) de l'objectif horaire acceptable et de 16 à 40 jours-épisodes. Pendant la saison de croissance végétale, les teneurs moyennes en ozone étaient de 0,04 à 0,05 ppm dans le sud de l'Ontario.

(b) Vancouver et partie inférieure de la vallée du Fraser
Par année, de 21 à 45 dépassements (par station) de l'objectif horaire acceptable et 35 jours-épisodes en moyenne.

(c) Nouvelle-Écosse et Nouveau-Brunswick
Dépassements de l'objectif horaire acceptable, 8 à 16 par an; jours-épisodes, en moyenne 5 par an.

(d) Reste du Canada
Il y a eu des dépassements de l'objectif horaire acceptable de O_3 dans presque toutes les zones urbaines couvertes par le Réseau. D'après les données recueillies en Ontario, il faudrait s'attendre à des dépassements dans nombre de régions rurales canadiennes situées sous le vent des centres urbains.

Tableaux 11 Occurrence de divers épisodes de pollution aiguë par l'ozone

Région	Nombre de stations*	Période	Épisodes de stations (1)	Jours-épisodes (2)	Épisodes régionaux (3)	Épisodes persistants (4)
Nouveau-Brunswick/ Nouvelle-Écosse	3-7	1979-1982	20	20	0	1
Région de Montréal et de Québec	10-12	1979-1982	131	65	16	4
Sud-ouest ontarien	6-8	1977-1980	347	159	36	20
Centre-ouest ontarien	4-6	1977-1980	288	137	26	2
Centre ontarien	4-5	1977-1980	173	100	21	8
Sud-est ontarien	1-3	1977-1980	78	58	4	5
Nord-est ontarien	1	1977-1980	13	12	0	2
Vancouver DRVM	10-11	1978-1981	237	139	21	5

Définitions

(1) Épisode de station: Teneur en O_3 supérieure au maximum acceptable sur 1 h, pendant au moins trois heures consécutives.

(2) Jour-épisode: Jour pendant lequel survient au moins un épisode de station.

(3) Épisode régional: Survenance, le même jour, d'au moins trois épisodes de station dans une même région.

(4) Épisode persistant: Survenance d'un épisode régional pendant au moins deux jours consécutifs.

* Le nombre de stations fournissant des données valables varie d'une année à l'autre.

Tableau 12 O_3: Nombre de jours-épisodes par an dans certaines régions du Canada: 1977 à 1982

Région	Nombre de stations*	Nombre de jours-épisodes par an						
		1977	1978	1979	1980	1981	1982	Total
Nouveau-Brunswick/ Nouvelle-Écosse	3-7	ND	5	2	11	1	1	20
Montréal et Québec	10-12	ND	ND	15	9	20	21	65
Sud-ouest ontarien	6-8	46	56	36	21	ND	ND	159
Centre-ouest ontarien	4-6	34	49	23	31	ND	ND	137
Centre ontarien	4-5	16	46	26	12	ND	ND	100
Sud-est ontarien	1-3	3	45	5	5	ND	ND	58
Nord-est ontarien	1	2	6	3	1	ND	ND	12
Vancouver-DRVM	10-11	ND	29	30	41	39	ND	139

* Le nombre de stations fournissant des données valables varie d'une année à l'autre.
ND = Non disponible.

3.3.2 Monoxyde de carbone. Le lecteur trouvera au tableau 13 les teneurs moyennes annuelles en monoxyde de carbone, telles que mesurées par les stations du Réseau depuis 1973. On remarque une diminution marquée des teneurs en CO de 1973 à 1976, tendance qui ne s'est pas maintenue.

Selon l'analyse des données fournies récemment par le Réseau pour des périodes d'une heure et de huit heures, les teneurs en CO étaient presque toujours inférieures aux teneurs maximales acceptables. Cependant, ces teneurs ainsi que le maximum admissible sur huit heures ont été dépassées à quelques reprises dans quelques stations situées dans des zones où la circulation est dense (ex.: Montréal, Toronto et Edmonton). Le pourcentage des dépassements est toutefois minime. La variation des teneurs horaires en CO entre 5 h et 20 h et pour laquelle on a établi une moyenne pour toutes les stations du Réseau de 1974 à

Tableau 13 Teneurs annuelles moyennes en monoxyde de carbone: 1973 à 1982

Année	Nombre de stations	Moyenne des moyennes annuelles	Pourcentage de stations dont la moyenne annuelle est inférieure aux valeurs données (ppm de CO)			
			90 %	75 %	50 %	25 %
1973	10	2,7	4,3	3,3	2,5	2,1
1974	18	2,4	5,0	3,0	2,2	1,2
1975	22	1,9	2,8	2,4	1,7	1,3
1976	29	1,6	2,4	1,9	1,4	0,9
1977	33	1,6	2,3	1,9	1,4	0,9
1978	40	1,5	2,8	2,0	1,3	0,8
1979	42	3,2	2,0	3,2	1,5	1,0
1980	43	1,5	2,8	1,8	1,4	0,9
1981	36	1,5	2,3	1,6	1,4	0,9
1982	41	1,3	2,2	1,9	1,6	0,9

1982 (figure 4), montre clairement les effets des émissions des véhicules automobiles sur la qualité de l'air ambiant au Canada. À remarquer les deux pics associés aux heures de pointe du matin et du soir.

3.3.3 Dioxyde d'azote. Les teneurs annuelles en dioxyde d'azote établies grâce au Réseau, de 1977 à 1982, sont données au tableau 14. De 1977 à 1981, on note une diminution importante des teneurs mais depuis, pas de changement appréciable.

Selon les données récentes du Réseau, les teneurs sur 1 h et 24 h pour le dioxyde d'azote se comparent à celles du CO à court terme. Il y a dépassement occasionnel des teneurs maximales acceptables et admissibles dans les stations situées dans des régions où la circulation est dense. Les teneurs atmosphériques en NO et NO_2 dans les centres urbains, pendant la journée, comportent également deux pics correspondant aux heures de pointe, comme dans le cas du CO (15).

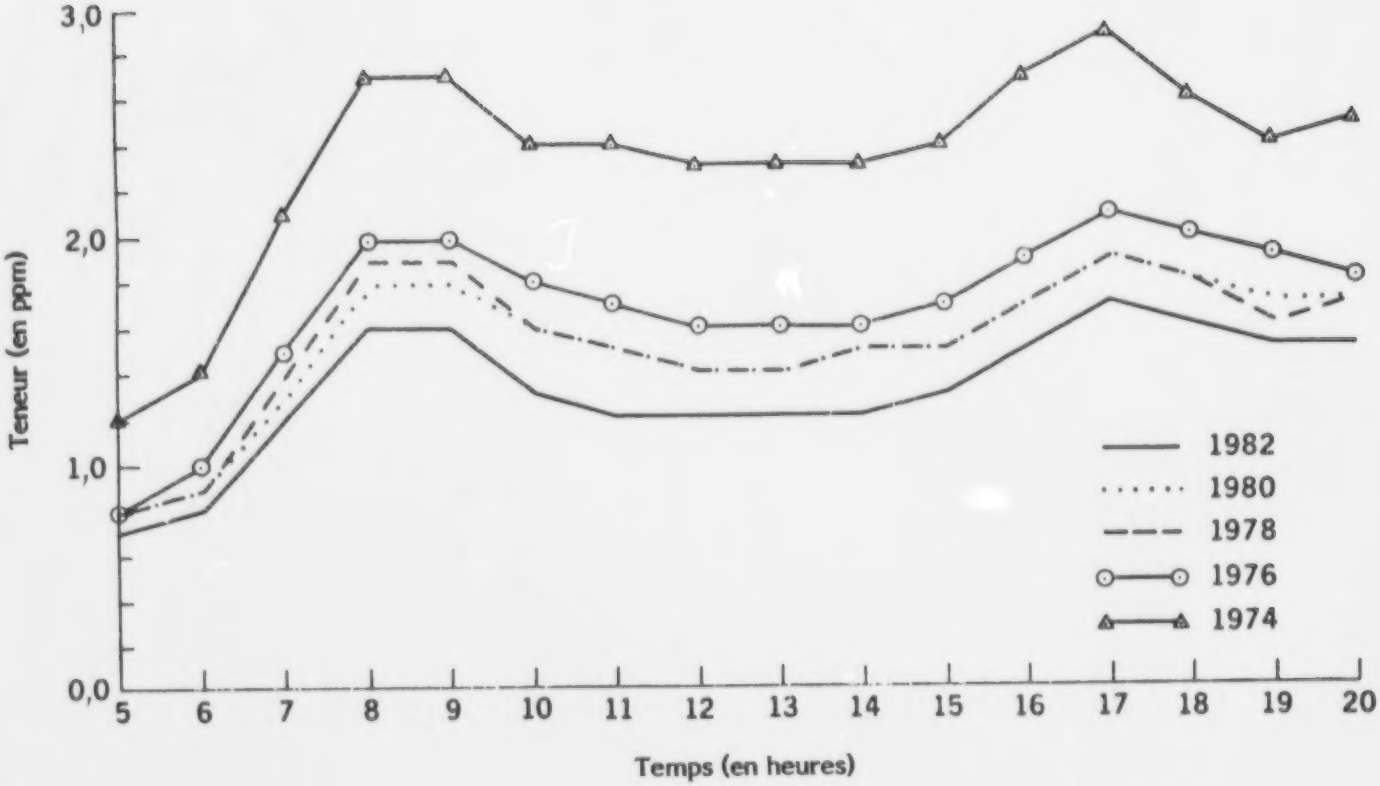

Figure 4 Monoxyde de carbone: teneur moyenne sur 1 heure dans les stations du réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (1974 à 1982)

Tableau 14 Teneurs annuelles moyennes en dioxyde d'azote: 1977 à 1982

Année	Nombre de stations	Moyenne des moyennes annuelles	Pourcentage de stations dont la moyenne annuelle est inférieure aux valeurs données (ppm de NO_2)			
			90 %	75 %	50 %	25 %
1977	27	0,031	0,044	0,034	0,027	0,021
1978	33	0,029	0,04	0,035	0,029	0,02
1979	34	0,026	0,034	0,031	0,027	0,019
1980	43	0,025	0,037	0,031	0,023	0,019
1981	36	0,023	0,032	0,029	0,022	0,016
1982	41	0,023	0,034	0,027	0,022	0,018

3.3.4 Hydrocarbures. Les seules données sur les teneurs atmosphériques ambiantes en hydrocarbures au Canada proviennent de Toronto (11 années) et Edmonton (9 années); l'analyse de ces données (21) n'a pas permis de dégager de tendance marquée, au cours de la période, pour l'une ou l'autre ville.

4 L'INDUSTRIE DE L'AUTOMOBILE

4.1 Normes d'émissions

Le lecteur trouvera au tableau 15 les normes canadiennes et étatsuniennes relatives aux émissions des véhicules légers. À remarquer que les normes canadiennes actuelles sont beaucoup plus permissives, quel que soit le polluant.

4.1.1 Voitures particulières à essence. Les normes canadiennes actuelles sur les émissions peuvent être respectées sans recourir aux catalyseurs (22), ce qui n'est pas le cas pour les normes étatsuniennes, qui exigent l'utilisation d'un catalyseur tri-fonctionnel et de régulateurs électroniques. Habituellement, il suffit de recycler les gaz d'échappement (RGE) pour satisfaire aux normes canadiennes sur les NO_x.

Les véhicules neufs vendus au Canada sont équipés de l'un des quatre dispositifs anti-pollution existants: non catalytique (20 %); catalyseur à oxydation (63 %); catalyseur tri-fonctionnel (15 %); dispositifs spéciaux (2 %). Pour que les véhicules équipés de catalyseurs fonctionnent bien et durent, il faut y mettre de l'essence sans plomb.

Sous des conditions de laboratoire, les voitures particulières équipées d'un catalyseur tri-fonctionnel ne consomment pas plus d'essence voire moins d'essence que les véhicules équipés de dispositifs anti-pollution canadiens (23).

4.1.2 Voitures particulières à moteur diesel. Les voitures diesel sont, au Canada, soumises aux mêmes normes d'émission que les voitures à essence. Celles vendues au Canada n'exigent que peu ou pas de dispositifs supplémentaires pour satisfaire à la norme étatsunienne de 1981 (22), cette dernière n'ayant aucune exigence relativement aux émissions de particules.

Pour les voitures particulières diesel équipées de dispositifs RGE pour satisfaire à la norme étatsunienne de 1981, la consommation d'essence sera légèrement supérieure mais l'augmentation sera inférieure à 5 %. Actuellement, les voitures particulières à moteur diesel représentent à peine 5 % des ventes de voitures neuves au Canada (22).

4.1.3 Camions légers à essence. Au Canada, les normes anti-pollution relatives aux voitures s'appliquent également aux véhicules légers pesant jusqu'à 2720 kg (6000 livres)

Tableau 15 Normes sur les émissions des véhicules (g/km)

Année	Hydro-carbures	Monoxyde de carbone	Oxydes d'azote	Particules en suspension dégagées par les moteurs diesel	Hydro-carbures volatils
			Voitures particulières		
Canada					
1975 à 1985					
Essence et mazout	1,22	15,5	1,9	ND	2,0 g/test (1)
États-Unis					
1981					
Essence et mazout	0,25	2,1 (4)	0,62 (3)	ND	2,0 g/test (2)
1984					
Essence et mazout	0,25	2,1	0,62 (3)	0,37	2,0 g/test (2)
			Camions légers		
Canada					
1975 à 1985					
0 à 6000 livres PTA					
Essence et mazout	1,22	15,5	1,9	ND	2,0 g/test (1)
États-Unis					
1981					
0 à 8500 livres PTA					
Essence et mazout	1,04	11,2	1,63	ND	2,0 g/test (2)
1984					
0 à 8500 livres PTA					
Essence et mazout	0,49	6,2	1,43	0,37	2,0 g/test (2)

(1) Cartouche filtrante au charbon.
(2) Détermination des vapeurs émises par les logements scellés.
(3) Norme pour les NO_X repoussée à 0,93 g/km dans le cas des moteurs diesel ou des technologies nouvelles.
(4) Norme pour le CO repoussée à 4,35 g/km.

PTA. Dans le rapport faisant l'objet de la référence 22, il est précisé que la norme étatsunienne de 1981 relative aux véhicules légers n'excédant par 3850 kg (8500 livres) PTA peut être respectée sans recourir aux catalyseurs; cependant, tout comme pour les voitures particulières, nombre de fabricants équipent leurs véhicules de catalyseurs à oxydation. En conséquence, le fonctionnement adéquat des dispositifs anti-pollution de ces véhicules exige l'utilisation d'essence sans plomb.

Les camions légers vendus au Canada et aux États-Unis semblent identiques (22) sur le plan de la consommation d'essence.

4.1.4 Pertes par évaporation. La plupart des fabricants utilisent le dispositif étatsunien actuel contre les pertes d'hydrocarbures par évaporation, dispositif qui satisfait à la norme des 2 grammes. Dans certains cas, il se peut que certains modèles doivent être améliorés (22).

4.1.5 Production nord-américaine de véhicules légers. Comme on peut s'y attendre en raison de la prédominance du marché étatsunien, la plus grande partie des véhicules légers produits en Amérique du Nord sont équipés pour répondre aux normes étatsuniennes. Ainsi, en 1983, environ 92 % des 10 millions de véhicules légers construits en Amérique du Nord étaient équipés pour y satisfaire, et sur les 7,8 millions de voitures particulières produites cette année-là (chiffre qui comprend les 70 % de la production canadienne de ces voitures (968 000) exportées aux États-Unis), environ 90 % étaient équipées en fonction des normes étatsuniennes.

4.2 Techniques et coûts pour satisfaire aux normes proposées: voitures particulières

4.2.1 Équivalent de l'augmentation du prix de détail. À la suite d'un sondage effectué chez les constructeurs nord-américains et certains importateurs, tous ont unanimement conclu qu'il faudrait, pour répondre aux normes proposées, un catalyseur tri-fonctionnel à boucle fermée, soit le même dispositif que celui installé sur les modèles vendus aux États-Unis (22).

Les firmes Ford et Chrysler, ainsi que plusieurs importateurs, ont fourni des estimations de prix. Ford prévoit une augmentation de 175 $ du prix de détail équivalent

(PDE) afin de remplacer son dispositif actuel par un qui répondrait aux normes proposées. Chez Chrysler, il en coûterait 210 $ pour remplacer le catalyseur à oxydation de ses moteurs 2,2 litres par un dispositif tri-fonctionnel. Du côté des importateurs, l'augmentation irait de 155 $ (Volkswagen) à 940 $ (Renault). Les deux principaux importateurs, Toyota et Honda, qui ont chacun environ 6 p. 100 du marché, ont fait état d'augmentations allant généralement de 350 $ à 550 $ selon le type de moteur et la configuration du dispositif anti-pollution (25).

La General Motors a refusé de fournir une estimation du coût d'amélioration de ses dispositifs anti-pollution actuels en fonction de la norme proposée. Plus de 90 p. 100 des voitures GM vendues au Canada sont équipées de carburateurs et de catalyseurs à oxydation. La GM a simplement fait savoir que pour satisfaire à la norme proposée, elle recourrait probablement au dispositif anti-pollution qu'elle utilise (qui est conforme aux normes fédérales étatsuniennes), en y apportant "certaines améliorations". Le principal changement serait l'utilisation de carburateurs à régulateurs électroniques et de catalyseurs tri-fonctionnels à oxydation. D'après les données fournies par l'EPA (26, 27), cela se traduirait, au détail, par une augmentation de 30 à 100 $ pour le catalyseur et de 80 à 140 $ pour la quincaillerie. En conséquence, l'augmentation équivalente du prix de détail des voitures GM serait de 110 $ à 240 $.

4.2.2 Équivalent de l'augmentation du prix de détail moyen (PDM). Pour le calcul du prix moyen au consommateur, on suppose que la part du marché des fabricants et des importateurs de 1987 à 1996 restera la même qu'en 1983. En ce cas, l'augmentation moyenne du PDE sera la pondération du coût moyen fourni par les fabricants et les importateurs.

Le lecteur trouvera au tableau 16 la part du marché (28) et l'augmentation du PDE des constructeurs GM, Chrysler, Ford et des "autres". La moyenne pondérée est de 235 $ par voiture.

4.2.3 Décomposition du prix de détail équivalent. On peut décomposer l'estimation du prix de détail équivalent en ses éléments, grâce à l'équation de Lindgren (26), modifiée par Pilorusso et DeKany (22) afin de tenir compte des taxes de vente fédérales canadiennes.

DeKany et Pilorusso ont décomposé les équivalents au détail de deux facteurs de majoration: 2,7 et 1,93 (le facteur de majoration se compose des majorations du

Tableau 16 Équivalent moyen de l'augmentation du prix de détail

Firme	Pourcentage du marché	Équivalent de l'augmentation du prix de détail ($ CAN 1983)
General Motors	38	175
Chrysler	16	210
Ford	15	175
Autres	31	350
Moyenne pondérée:		235

constructeur, de l'usine de montage et du vendeur). Le moins élevé des deux (1,93) se fonde sur l'analyse faite par l'EPA des coûts réels et reflète probablement mieux les coûts véritables et les majorations (25).

Au tableau 17 figurent les éléments (exprimés en pourcentages) et le PDE par voiture. On peut constater que le PDE se situe à 60 % au niveau de la fabrication, le reste (40 %) représentant diverses majorations, la taxe fédérale et les frais de recherche et de développement.

On estime que les frais de recherche et de développement ne peuvent plus être un élément du PDE, car la technique actuelle existe aux États-Unis depuis quatre ans. En outre, on ne sait pas dans quelle mesure l'augmentation du PDE sera transmise au consommateur ou, inversement, quelle partie le fabricant absorbera. La raison de cela est que le prix d'une voiture neuve dépend de nombreux facteurs et non simplement des frais de montage (ex.: rendement souhaité de l'investissement, politique de prix, climat économique, situation du marché, part du marché et restrictions à l'importation). On suppose que seul le coût du montage est transmis à l'acheteur: en 1983, le prix moyen d'une voiture particulière neuve était de 10 721 $ (29), ce qui signifie une augmentation de 1,3 % du prix d'une voiture neuve. En dernière analyse, ce sont les tensions du marché ou les stratégies de commercialisation qui fixeront probablement le prix des voitures neuves, plutôt que le prix de la quincaillerie, notamment si l'on tient compte des faibles coûts que cela comporte.

Tableau 17 Éléments du prix de détail équivalent (PDE)

Éléments	Pourcentage	PDE par voiture
Fabrication en usine		
- matériel	31,4	74
- main-d'oeuvre	9,6	23
- frais de gestion	3,8	9
Sous-total:	44,8	105
Majoration du vendeur de l'élément	10,3	24
Frais d'outillage	2,9	7
Assemblage, modification du moteur et de la carrosserie	2,0	5
Coût total d'assemblage du véhicule	60,0	141
Majoration du fabricant	13,8	32
Taxe de vente fédérale	6,6	16
Majoration du concessionnaire	13,8	32
Recherche et développement	5,7	13
PDE total	100 %	$235

4.2.4 Délai. Selon Pilorusso et DeKany (22), les fabricants qui se conforment aux normes étatsuniennes actuelles peuvent fournir les dispositifs anti-pollution semblables, au Canada, dans les 12 à 18 mois. Dans le cas des quelques fabricants qui devraient repenser et faire homologuer des dispositifs entièrement nouveaux ou fortement modifiés, cela prendrait jusqu'à 36 mois.

Tel que mentionné précédemment, environ 15 % des voitures neuves vendues au Canada sont déjà équipées de dispositifs anti-pollution répondant aux normes étatsuniennes. Mentionnons qu'il se vend annuellement environ 950 000 voitures neuves au Canada et 9 millions aux États-Unis. Le Pacte de l'automobile permet la libre circulation des voitures neuves et des pièces de part et d'autre de la frontière canado-américaine. En 1983, environ 70 % des voitures fabriquées au Canada ont été vendues aux États-Unis (31, 32). Toutes possédaient les dispositifs anti-pollution conformes aux normes étatsuniennes. Les fabricants des États-Unis n'ont vendu au Canada qu'environ 5 % de leur production de voitures neuves. La plupart des voitures comprises dans ce 5 % ont été équipées de dispositifs anti-pollution conformes aux normes canadiennes; cependant, il est évident que les fabricants devraient pouvoir, en moins de deux ans, livrer des voitures équipées de dispositifs répondant à des normes anti-pollution canadiennes plus strictes.

5 LES RAFFINERIES

Depuis l'introduction au Canada des véhicules équipés de convertisseurs catalytiques, la consommation annuelle d'essence sans plomb est passée d'environ 6 % en 1975 à 45 % en 1983. Si l'on conserve le statu quo ou que le passage à l'essence sans plomb s'opère naturellement, la demande devrait aller en augmentant jusqu'en 1990 et se stabiliser à environ 70 % du marché total (24). Les 30 % réservés à l'essence au plomb seront absorbés par les voitures et camions conçus pour fonctionner avec ce type de carburant.

Actuellement, 20 % environ des voitures particulières neuves vendues au Canada sont équipées de dispositifs anti-pollution qui permettent d'utiliser de l'essence au plomb tout en satisfaisant aux normes en vigueur au Canada. Advenant l'adoption des normes actuellement envisagées, ces véhicules ne seraient technologiquement plus au point et les véhicules neufs devront être équipés de catalyseurs exigeant de l'essence sans plomb. Dans ces conditions, la demande d'essence sans plomb augmentera plus vite que si on laissait les choses suivre leur cours. En supposant que les normes proposées soient mises en application en 1987, la demande d'essence sans plomb devrait atteindre 90 % du marché total en 1966.

Pour faire face à cette augmentation, les raffineries devront augmenter leur capacité de production d'essence sans plomb. Une étude dirigée par Monenco (33) précise les frais d'immobilisation et d'exploitation que cela implique. Commandée par Environnement Canada et réalisée en collaboration avec Énergie, Mines et Ressources et l'Association pétrolière pour la conservation de l'Environnement (APCE), l'étude s'est également penchée sur ce qu'il en coûterait à l'industrie de supprimer l'antidétonant MMT (méthyl-cyclopentadiénylmanganèse-tricarbonyle) de l'essence sans plomb. Cet additif est encore utilisé couramment au Canada mais il est interdit aux États-Unis, des études effectuées à la fin des années 1970 ayant montré que sa présence dans l'essence empêchait d'atteindre la norme relative aux dégagements de HC. Selon Monenco, le retrait du MMT et une répartition différente des ventes d'essence (90 % sans plomb, 10 % au plomb au lieu de 70 % sans plomb et 30 % au plomb) entraîneraient des dépenses de l'ordre de 494 millions de dollars pour les immobilisations et 42 millions de dollars par an pour les frais d'exploitation. Si l'on conservait le MMT, les coûts d'immobilisation atteindraient 68 millions de dollars et ceux d'exploitation, 19 millions de dollars par année. En supposant

que les coûts d'immobilisation s'échelonnent sur les 10 ans pendant lesquels la demande d'essence sans plomb augmentera, les coûts de production, par rapport au nombre de véhicules utilisant ce type d'essence, seraient d'environ 0,3 cent/litre sans le MMT et moins de 0,1 cent/litre si l'utilisation de cet additif restait permise. D'autres études (34, 35) traitent des économies d'entretien que peut réaliser l'automobiliste s'il utilise de l'essence sans plomb au lieu de l'essence au plomb.

6 CONCLUSIONS

Pris individuellement, les véhicules légers sont la principale source non naturelle de NO_X, de HC et de CO au Canada; leur apport aux teneurs atmosphériques enregistrées pour ces polluants dans les villes est loin d'être négligeable. En outre, les NO_X et les HC dégagés dans l'atmosphère participent à diverses réactions qui aboutissent à la formation d'acide nitrique et d'ozone, composés mis en cause dans les précipitations acides dans le cas du premier et nocif pour la santé des êtres humains et l'agriculture, dans le cas du deuxième. Bien que les sources de NO_X, de HC et de CO attribuables aux activités de l'homme soient nombreuses, les véhicules légers se distinguent dans le sens où ils constituent non seulement la principale source individuelle de ces trois polluants, mais que simultanément il est possible d'en limiter plus strictement les émissions polluantes grâce à des techniques prouvées et largement répandues en Amérique du Nord. C'est ainsi que les normes sur les émissions des véhicules légers actuellement en vigueur au Canada remontent à 1975 mais celles envisagées sont en force aux États-Unis depuis 1981. En 1983, 90 % (7 millions) de toutes les voitures construites en Amérique du Nord étaient équipées conformément aux normes étatsuniennes et environ 70 % de celles de construction canadienne exportées aux États-Unis l'étaient également. Donc, l'adoption pure et simple de la norme étatsunienne par le Canada n'aurait pas de graves répercussions chez les constructeurs d'automobiles et sa mise en application pourrait se faire dans un délai relativement court. En outre, après pondération en fonction des ventes, le prix moyen des modifications à apporter pour que les voitures vendues au Canada satisfassent aux nouvelles normes s'élèverait à 140 dollars par véhicule, pour le fabricant.

Actuellement, il n'existe pas de modèle mathématique permettant de prévoir qu'elles améliorations attendre de l'adoption de normes d'émissions plus strictes pour les véhicules légers, côté environnement. Il est donc impossible de chiffrer les avantages en découlant pour la santé des êtres humains et pour l'environnement. En fait, les milieux scientifiques n'ont pas encore résolu de quelle façon s'attaquer au problème de l'ozone au Canada: doit-on s'efforcer de limiter à la fois les émissions de NO_X et celles de HC ou contrôler directement l'un ou l'autre de ces polluants précurseurs? Quoi qu'il en soit, malgré le manque de rapports quantitatifs entre les émissions et les effets et bien qu'on ne comprenne pas entièrement les processus chimiques en jeu dans l'atmosphère, il ne fait

aucun doute que les émissions de HC et de NO_x jouent un rôle majeur dans la formation de l'ozone et que les NO_x participent au phénomène des précipitations acides. On estime donc qu'il serait prudent d'adopter une stratégie limitant au maximum les émissions de polluants précurseurs. Pour cela, il faudrait dans un premier temps adopter les normes étatsuniennes d'émissions relatives aux véhicules légers qui, estime-t-on, permettront d'ici l'an 2000 de réduire d'au moins 45 % les émissions de NO_x, de HC et de CO des véhicules légers au Canada par rapport aux niveaux de 1980. Cette mesure freinerait les émissions croissantes de NO_x, inévitables advenant le maintien du statu quo, et l'apport des véhicules légers à la formation des précipitations acides; cela devrait également déboucher sur une amélioration générale de la qualité de l'air ambiant dans les centres urbains et les environs, et atténuer la contribution des véhicules légers aux teneurs ambiantes en ozone et aux épisodes régionaux de O_3.

RÉFÉRENCES

1. La Gazette du Canada, Partie I, 6767, 18 septembre 1982.

2. Environnement Canada, Direction générale des programmes de protection de l'environnement, "Inventaire national des émissions de polluants atmosphériques, 1980", données préliminaires.

3. Environnement Canada, Direction générale de l'assainissement de l'air, "Inventaire national des sources naturelles et d'émission de composés organiques, 1981.

4. Logan, J.A., "Nitrogen Oxides in the Troposphere: Global and Regional Budgets", J. Geophysical Res., 88, (C15): 10,785, 1983.

5. Environnement Canada, Direction générale de l'assainissement de l'air, "Inventaire national des sources naturelles et d'émission de composés azotés". Rapport EPS 3-AP-80-4, 1981.

6. Environnement Canada, "Surveillance nationale de la pollution atmosphérique - Résumé pour 1982". Rapport EPS 5-EP-83-13, 1983.

7. Enhalt, D.H., "Chemical Coupling of Nitrogen, Sulphur, and Carbon Cycles in the Atmosphere", publié dans Some Perspective of the Major Biogeochemical Cycles, G. Likens (ed.), 1981.

8. National Academy of Sciences, "Vapor-phase Organic Pollutants". Committee on Medical and Biological Effects of Environmental Pollutants, Washington, D.C., 1976.

9. The Environmental Applications Group Limited, "Socio-economic Impact Analysis on the Proposed Revision of Automotive Emission Standards; Task 1 Final Report, Effects of Automotive Emission".

10. Demerjian, K.L., J.A. Kerr et J.G. Calvert, "Mechanism of Photochemical Smog Formation". Environ. Sci. Tech. 4: 1, 1974.

11. Fishman, J. et P.J. Crutzen, "The Origin of Ozone in the Troposphere", Nature, 274: (31), 855, 1978.

12. Hagen-Smit, A.J. et L.G. Wayne, "Atmospheric Reactions and Scavenging Processes". Dans Air Pollution, Volume 1, A.C. Stern (ed.), Academic Press, New York, 1976.

13. National Academy of Sciences, "Ozone and other Photochemical Oxidants". Committee on Medical and Biological Effects of Environmental Pollutants, Washington, D.C., 1977.

14. Altshuller, A.P., "Measurements of the Products of Atmospheric Photochemical Reactions in Laboratory Studies and in Ambient Air, Relationships between Ozone and other Products". Atmos. Environ., 17: 2383, 1983.

15. Concord Scientific Corporation, "Initial Assessment Report on Photochemical Oxidant Air Pollutants in Canada", avril, 1984.

16. Énergie, Mines et Ressources Canada, Division des carburants de remplacement, "Demande d'énergie pour le secteur des transports, pour la période de 1983 à l'an 2000, dans le contexte de l'offre et de la demande globales d'énergie au Canada" (brouillon), novembre 1983.

17. United States - Canada, Memorandum of Intent on Transboundary Air Pollution. Final Report of Work Group 3B, 1982.

18. Galloway, J.N., G.E. Likens, et E.S. Edgerton, "Acid Precipitation in the Northeastern United States, pH and Acidity". Science, 194: 722, 1976.

19. Galloway, J.N. et P.J. Dillon, "Effects of Acid Deposition: The Importance of Nitrogen". Dans Ecological Effects of Acid Deposition, National Swedish Environmental Protection Board, Report PM 1636, 1983.

20. Rodhe, H., P. Crutzen, et A. Vanderpol, "Formation of Sulphuric and Nitric Acid during Long Range Transport". Tellus, 33: 132, 1981.

21. Concord Scientific Corporation, "Proposed Automobile Emission Standards: An Air Quality Assessment". Rapport préparé pour Environnement Canada, mai 1984.

22. Pilorusso Research Associates Inc. and DeKany Associates, "The Technology and Costs to Control Automotive Emissions in Canada", octobre 1983.

23. Polak, J.C., L.E. Hrobelsky, et J., Dowell, "Comparison of Canadian and U.S. Specification Vehicles". Society of Automotive Engineers, Paper 840558, février 1983.

24. "Socio-Economic Impact Analysis of Lead Phase-down Control Options", Environnement Canada, février 1984.

25. Pilorusso Research Associates, Inc.; communication privée, 1984.

26. Lindgren, L.H., "Cost Estimation for Emission Control Related Components and Cost Methodology Description". Rapport EPA 460/3-78-002, 1978.

27. Hellman, H., "Emission Control System Cost Study - Phase II", mémo de l'Agence étasunienne de protection de l'environnement (EPA), janvier 1983, et "The Cost of Controlling Emissions of 1981 Model Year Automobile", Rapport de l'EPA.

28. Ward's Automotive Report, 23 janvier 1984.

29. Statistique Canada, "Vente des véhicules automobiles", cat. 63-007.

30. Statistics Canada Daily, "Canada's Foreign Trade-in Automotive Products", janvier à décembre 1983, cat. nº 11-001E.

31. Anonyme, Automotive News, p. 68, 9 janvier 1984.

32. Statistique Canada, publication nº 11-001E, 22 mars 1984.

33. Monenco Engineers and Constructors, "Coûts pour les raffineurs du retrait du MMT et de la diminution des ventes d'essence au plomb", juillet 1984.

34. Labuda, J. et F. Landheer, "Control Options for Lead Phase-down in Motor Gasoline", Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Rapport EPS 3-AP-83-1, 1983.

35. United States Environmental Protection Agency, "Costs and Benefits of Reducing Lead in Gasoline", ébauche du rapport définitif, mars 1984.

ANNEXE

Méthodologie d'évaluation des émissions du secteur des transports

Pour prendre connaissance en détail des hypothèses et des méthodes utilisées pour préciser les émissions antérieures de NO_x, de HC et de CO du secteur des transports, au Canada et dans l'est du pays, le lecteur peut consulter les références 1, 2 et 3; voici brièvement en quoi elles consistent:

1) Les estimations du facteur d'émissions des voitures particulières, des camions légers et moyens à essence, ainsi que des camions lourds à essence et diesel sont fondées sur les facteurs suivants*:
   a) Les données sur le rendement des véhicules neufs jusqu'à 1972 sont établies d'après les taux d'émissions de base MOBILE 2 de l'EPA (4);
   b) Les données de rendement de 1973 à 1983 des voitures particulières neuves sont fondées sur les résultats des essais de conformité effectués au laboratoire d'analyse des gaz d'échappement des véhicules automobiles d'Environnement Canada;
   c) La détérioration en cours d'utilisation est dérivée de diverses estimations (modification, mauvais carburant et mauvais réglage) d'après la technique anti-pollution utilisée;
   d) On suppose que tous les camions légers construits jusqu'en 1983 satisfont aux normes étatsuniennes;
   e) Les facteurs d'émissions et de répartition par âge des camions moyens et lourds ont été tirés de MOBILE 2 de l'EPA.
2) Les données sur les véhicules automobiles routiers ont été tirées des publications de Statistique Canada (5).

---

* Ces facteurs ont été modifiés afin d'inclure les données les plus actuelles et les meilleures possibles et peuvent ne pas concorder avec celles contenues dans les documents antérieurs (références 1, 2 et 3). En conséquence, l'évaluation des émissions diffère de celle donnée dans lesdits documents, notamment dans le cas du CO.

3) La répartition des camions est fondée sur les données statistiques du ministère des Transports et des Communications de l'Ontario (6). Environnement Canada a appliqué la même répartition dans chaque province, pour chaque type de camions.

4) Les distances parcourues par chaque type de véhicule mentionné au paragraphe 1 se fondent sur les données statistiques recueillies par Environnement Canada (7). On a inscrit la même distance pour chaque année, jusqu'à 1980.

5) Les données pour les autres sources de transports et les sources fixes proviennent des références 1, 2, 3 et 8 et ont été regroupées dans les catégories qui figurent aux tableaux 4 et 5. Les totaux composés des émissions ne comprennent pas les incendies de forêt.

Références

1. Environnement Canada, Direction générale de l'assainissement de l'air, "Inventaire national des émissions de polluants atmosphériques - 1974", Rapport EPS 3-AP-78-2, 1978.

2. Environnement Canada, Direction générale de l'assainissement de l'air, "Inventaire national des émissions de polluants atmosphériques, 1976", Rapport EPS 3-AP-80-1, 1981.

3. Environnement Canada, Direction générale des programmes de protection de l'environnement, "Inventaire national des émissions de polluants atmosphériques, 1978". Rapport EPS 3-EP-83-10, 1983.

4. U.S. Environmental Protection Agency, "Compilation of Air Pollutant Emission Factors: Mobile Sources", Report EPA 460/3-81-005, mars 1981.

5. Statistique Canada "Road Motor Vehicles-Registration", publication nº 53-219 (1974, 1976, 1978, 1980).

6. Ministère des Transports et des Communications de l'Ontario. Licensing and Control Branch, Vehicle Registration Statistics, 1980.

7. Environnement Canada, Direction des programmes industriels, Division des systèmes de transport, "In-Use Vehicle Surveys", 1974-1983.

8. Environnement Canada, Direction générale des programmes de protection de l'environnement, "Inventaire national des émissions de polluants atmosphériques, 1980", données préliminaires.